

**ANALISIS KUALITAS MINYAK GORENG
BERDASARKAN PARAMETER VISKOSITAS
DAN INDEKS BIAS**

SKRIPSI

Diajukan untuk Memenuhi Sebagian Tugas dan Syarat
guna Memperoleh Gelar Sarjana dalam
Ilmu Pendidikan Fisika



Oleh:
RIZKA RUSDIANA
NIM. 103611018

**FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI WALISONGO
SEMARANG
2015**

PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Rizka Rusdiana

NIM : 103611018

Jurusan : Pendidikan Fisika

Menyatakan bahwa skripsi yang berjudul:

ANALISIS KUALITAS MINYAK GORENG BERDASARKAN PARAMETER VISKOSITAS DAN INDEKS BIAS

Secara keseluruhan adalah hasil penelitian/karya saya sendiri, kecuali bagian tertentu yang dirujuk sumbernya.

Semarang, 18 November 2015

Pembuat Pernyataan,



Rizka Rusdiana
NIM. 103611018



KEMENTERIAN AGAMA R.I.
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI WALISONGO
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
Jl. Prof. Dr. Hamka (Kampus II) Ngaliyan Semarang
Telp. 024-7601295 Fax. 7615387

PENGESAHAN

Naskah skripsi berikut ini:

Judul : **Analisis Kualitas Minyak Goreng Berdasarkan Parameter Viskositas dan Indeks Bias**
Penulis : **Rizka Rusdiana**
NIM : 103611018
Jurusan : Pendidikan Fisika

Telah diujikan dalam sidang *munaqasyah* oleh Dewan Penguji Fakultas Ilmu Tarbiyah dan Keguruan UIN Walisongo dan dapat diterima sebagai salah satu syarat memperoleh gelar sarjana dalam Ilmu Pendidikan Fisika.

Semarang, 9 Februari 2016

DEWAN PENGUJI

Ketua,

Dr. Abdul Wahib, M.Ag
NIP. 19600615 199103 1 004

Sekretaris,

Andi Fadlan, S. Si., M. Sc.
NIP. 19800915 200501 1 006

Penguji I,

Dr. Hamdan Hadi Kusuma, M.Sc.
NIP. 19770320 2000912 1 002

Penguji II,

Drs. H. Jasuri, M.S.I
NIP. 19671014 199403 1 005

Pembimbing I,

Alis Asikin, M.A
NIP. 19690724 199902 1 002

Pembimbing II,

Andi Fadlan, S. Si., M. Sc.
NIP. 19800915 200501 1 006



NOTA DINAS

Semarang, 18 November 2015

Kepada
Yth. Dekan Fakultas Ilmu Tarbiyah dan Keguruan
UIN Walisongo
Di Semarang

Assalamu'alaikum wr. wb

Dengan ini diberitahukan bahwa saya telah melakukan bimbingan, arahan dan koreksi naskah skripsi dengan:

Judul : **Analisis Kualitas Minyak Goreng Berdasarkan Parameter Viskositas dan Indeks Bias**

Nama : Rizka Rusdiana

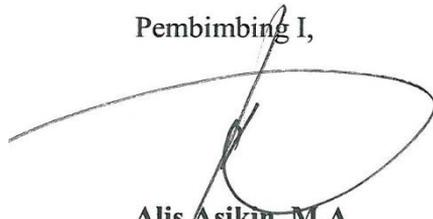
NIM : 103611018

Jurusan : Pendidikan Fisika

Saya memandang bahwa naskah skripsi tersebut sudah dapat diajukan kepada Fakultas Sains dan Teknologi UIN Walisongo untuk diujikan dalam sidang munaqasyah.

Wassalamu'alaikum wr . wb.

Pembimbing I,



Alis Asikin, M.A

NIP: 19690724 199903 1 002

NOTA DINAS

Semarang, 18 November 2015

Kepada
Yth. Dekan Fakultas Ilmu Tarbiyah dan Keguruan
UIN Walisongo
Di Semarang

Assalamu'alaikum wr. wb

Dengan ini diberitahukan bahwa saya telah melakukan bimbingan, arahan dan koreksi naskah skripsi dengan:

Judul : **Analisis Kualitas Minyak Goreng Berdasarkan Parameter Viskositas dan Indeks Bias**

Nama : Rizka Rusdiana

NIM : 103611018

Jurusan : Pendidikan Fisika

Saya memandang bahwa naskah skripsi tersebut sudah dapat diajukan kepada Fakultas Sains dan Teknologi UIN Walisongo untuk diujikan dalam sidang munaqasyah.

Wassalamu'alaikum wr . wb.

Pembimbing II,



Andi Fadlan, S. Si., M. Sc.

NIP: 19800915 200501 1 006

ABSTRAK

Judul : **Analisis Kualitas Minyak Goreng Berdasarkan Parameter Viskositas dan Indeks Bias**
Penulis : Rizka Rusdiana
NIM : 103611018

Konsumsi minyak goreng pada masyarakat semakin hari semakin meningkat, sebagian besar masyarakat menggunakan minyak goreng untuk menggoreng makanan lebih dari satu kali. Minyak goreng berkali-kali pakai dapat menyebabkan kerusakan sifat fisiko-kimia pada minyak goreng tersebut. Kerusakan sifat fisiko-kimia minyak goreng dapat diketahui dari parameter kualitas minyak goreng. Penelitian ini dimaksudkan untuk mengetahui kualitas minyak goreng yang digunakan oleh masyarakat berdasarkan parameter viskositas dan indeks bias. Pengujian minyak goreng dilakukan di Laboratorium Fisika Universitas PGRI Semarang. Minyak goreng yang diuji terdiri dari tiga macam merek minyak goreng yang masing-masing minyak goreng divariasikan menjadi tiga jenis perlakuan yaitu minyak goreng yang belum dipakai, minyak goreng satu kali pakai, dan minyak goreng dua kali pakai. Nilai viskositas dan indeks bias minyak goreng diperoleh dengan cara perhitungan sesuai dengan persamaan yang telah ditentukan. Berdasarkan data dan perhitungan dari ketiga merek minyak goreng yang diujikan menunjukkan bahwa nilai viskositas dan indeks bias paling kecil yaitu terdapat pada minyak goreng yang belum dipakai (nilai viskositas minyak goreng A, B, dan C masing-masing 0,5400 Pa.s, 0,5430 Pa.s, dan 0,5420 Pa.s, dan nilai indeks bias minyak goreng A, B, maupun C sama yaitu 1,4342), sedangkan nilai viskositas dan indeks bias paling besar yaitu terdapat pada minyak goreng yang sudah dipakai dua kali (nilai viskositas minyak goreng A, B, dan C masing-masing 0,5430 Pa.s, 0,5480 Pa.s, dan 0,5530 Pa.s, dan nilai indeks bias minyak goreng A dan C yaitu 1,500, sedangkan minyak goreng B 1,5166). Dalam penelitian ini minyak goreng dengan kualitas terbaik yaitu terdapat pada minyak goreng A. Hal tersebut dikarenakan nilai viskositas dan indeks bias minyak goreng A setelah dipakai satu kali dan dua kali

mengalami kenaikan minimum dibandingkan dengan minyak goreng B dan minyak goreng C.

Kata kunci : minyak goreng, viskositas, indeks bias

KATA PENGANTAR

Puji Syukur alhamdulillah senantiasa penulis panjatkan kehadiran Allah SWT yang senantiasa mengkaruniakan rahmat, hidayah, inayah, serta nikmat-Nya sehingga skripsi ini dapat terselesaikan dengan baik. Sholawat serta salam senantiasa tercurahkan pada Nabi Muhammad SAW yang telah mengangkat derajat manusia dari zaman jahiliyyah hingga zaman islamiyyah.

Pada kesempatan inipenulis mengucapkan terimakasih yang sebesar-besarnya pada semua pihak yang telah memberikan bantuan, bimbingan, kerjasama, dukungan, dan fasilitas sehingga skripsi ini dapat terselesaikan dengan lancar. Oleh karena itu dengan ketulusan hati penulis mengucapkan terimakasih sebesar-besarnya kepada:

1. Dr. H. Ruswan, M.A, selaku Dekan Fakultas Ilmu Tarbiyah dan Keguruan UIN Walisongo Semarang.
2. Dr. Hamdan Hadi Kusuma, M.Sc., selaku Ketua Jurusan Pendidikan Fisika Fakultas Sains dan Teknologi UIN Walisongo Semarang.
3. Alis Asikin, M.A dan Andi Fadllan, S.Si., M.Sc., selaku Pembimbing I dan Pembimbing II.
4. Joko Budi Poernomo, M. Pd., selaku dosen wali yang memotivasi dan memberi arahan selama kuliah.
5. Segenap Dosen Jurusan Fisika Fakultas Sains dan Teknologi UIN Walisongo Semarang yang telah memberikan bekal pengetahuan selama di bangku kuliah.

6. Dosen, pegawai, dan seluruh civitas akademika di lingkungan Fakultas Ilmu Tarbiyah dan Keguruan Universitas Islam Negeri Walisongo Semarang.
7. Dra. Intan Indiati, M.Pd., selaku Dekan Fakultas Pendidikan Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas PGRI Semarang.
8. Joko Saefan, S.Si., M.Sc., selaku Kepala Laboratorium Fisika Universitas PGRI Semarang.
9. Yoyok Haryono, S.pd., selaku Laboran Laboratorium Fisika Universitas PGRI Semarang.
10. Keluargaku tercinta, Bapak Sarbuni dan Ibu Thohirotnun, yang telah memberikan semangat, doa, dan dukungan, baik moril maupun materiil dengan ketulusan dan keikhlasan doanya sehingga skripsi ini dapat selesai. Serta adik-adikku Hakim dan Hikam yang telah memberikan dukungan, bantuan, dan mengisi hari-hariku.
11. Pakdhe Drs. H. Ajma'in Yahya dan Bulek Hj. Mustaghfiroh, S.Pd.I yang sering membantu serta memberikan banyak motivasi di setiap saatku, dan tak lupa buat Kakak Dedek dan Kakak Cantik yang sering memberiku semangat dan dukungan.
12. Buat Akang dan Mas Angga, terimakasih untuk selalu ada dan selalu memberi solusi dan motivasi.
13. Sahabat-sahabatku Sinok Lia, Mbem Nita, dan Nduk Qoidah, terimakasih untuk kebersamaannya.

14. Keluarga Besar Tenis Meja UIN Walisongo yang telah memberi banyak pelajaran dalam permainan tenis meja maupun permainan hidup, serta bagaimana cara untuk selalu tenang dalam menyelesaikan permainan.
15. Teman-teman kelas Keluarga TF 2010 yang telah mewarnai hari-hariku.
16. Pihak-pihak yang telah berperan dalam penelitian ini yang tidak dapat disebutkan seluruhnya.

Penulis menyadari dalam penyusunan skripsi ini masih jauh dari sempurna, sehingga penulis mengharapkan saran dan kritik dari semua pihak untuk kemajuan penulis dalam membuat laporan mendatang.

Harapan penulis, laporan skripsi ini dapat membantu mengembangkan ilmu pengetahuan khususnya pada penulis dan pembaca pada umumnya.

Semarang, 18 November 2015

Peneliti,



Rizka Rusdiana

103611018

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
PERNYATAAN KEASLIAN	ii
PENGESAHAN	iii
NOTA PEMBIMBING	iv
ABSTRAK	vi
KATA PENGANTAR	vii
DAFTAR ISI	x
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR NOTASI	xiv
DAFTAR LAMPIRAN	xv
BAB I : PENDAHULUAN	
A. Latar Belakang Masalah.....	1
B. Rumusan Masalah	6
C. Manfaat dan tujuan Penelitian.....	7
BAB II : LANDASAN TEORI	
A. Deskripsi Teori.....	8
1. Lemak dan Minyak	8
2. Minyak Goreng	17
3. Viskositas	20
4. Indeks Bias.....	23
B. Kajian Pustaka.....	29

BAB III : METODE PENELITIAN

A. Jenis Penelitian	32
B. Waktu dan Tempat Penelitian	32
C. Bahan dan Alat	33
1. Bahan	33
2. Alat	33
D. Proses Penelitian	40
E. Teknik Analisis Data.....	44

BAB IV : DESKRIPSI DAN ANALISIS DATA

A. Deskripsi data.....	46
B. AnalisisData.....	51

BAB V : PENUTUP

A. Kesimpulan	64
B. Saran.....	65

DAFTAR PUSTAKA

DAFTAR RIWAYAT HIDUP

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Sifat fisiko-kimia minyak kelapa sawit.....	19
Tabel 2.2	Indeks bias mutlak beberapa medium.....	25
Tabel 3.1	Jadwal Penelitian.....	32
Tabel 4.1	Massa minyak goreng	47
Tabel 4.2	Nilai massa jenis minyak goreng	48
Tabel 4.3	Data menghitung massa jenis kelereng	48
Tabel 4.4	Massa jenis kelereng	52
Tabel 4.5	Viskositas minyak goreng A belum dipakai	53
Tabel 4.6	Nilai viskositas semua minyak goreng.....	56
Tabel 4.7	Indeks bias minyak goreng A belum dipakai	58
Tabel 4.8	Nilai indeks bias semua minyak goreng.....	61

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Pembiasan cahaya oleh medium yang berbeda kerapatannya	24
Gambar 2.2	Kaca planparalel	27
Gambar 2.3	Prisma	28
Gambar 3.1	Tabung gelas	34
Gambar 3.2	Kelereng.....	34
Gambar 3.3	Penggaris.....	35
Gambar 3.4	Jangka sorong	35
Gambar 3.5	Mikrometer sekrup	36
Gambar 3.6	Neraca	36
Gambar 3.7	Piknometer	37
Gambar 3.8	Stopwatch	37
Gambar 3.9	Wadah/tempat kartu nama	38
Gambar 3.10	Kertas HVS	38
Gambar 3.11	Jarum pentul	39
Gambar 3.12	Busur	39
Gambar 3.13	Langkah mengukur indeks bias	44
Gambar 4.1	Grafik nilai viskositas masing-masing minyak goreng	56
Gambar 4.2	Grafik nilai indeks bias masing-masing minyak goreng	62

DAFTAR NOTASI

- ρ = massa jenis (kg/m^3)
- m = massa (kg)
- V = volume (m^3)
- π = phi (3,14)
- r = jari-jari kelereng (m)
- η = viskositas minyak goreng (Pa.s atau Pascal sekon)
1 Pa.s = 10 Poise
- t = waktu (s)
- s = jarak antara karet gelang atas dan bawah (m)
- g = percepatan gravitasi (m/s^2)
- ρ_b = massa jenis kelereng (kg/m^3)
- ρ_f = massa jenis minyak goreng (kg/m^3)
- n = indeks bias
- θ_i = sudut datang
- θ_r = sudut bias

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1	: Data minyak goreng hasil kuesioner	68
Lampiran 2	: Data perhitungan viskositas minyak goreng.....	69
Lampiran 3	: Gambar perhitungan indeks bias minyak goreng	74
Lampiran 4	: Data perhitungan indeks bias	76
Lampiran 5	: Perhitungan massa jenis minyak goreng ..	80
Lampiran 6	: Perhitungan volume kelereng	83
Lampiran 7	: Perhitungan massa jenis kelereng.....	84
Lampiran 8	: Perhitungan nilai viskositas minyak goreng	85
Lampiran 9	: Perhitungan nilai indeks bias minyak goreng	104
Lampiran 10	: Dokumentasi penelitian	112
Lampiran 11	: Surat Izin Riset	114
Lampiran 12	: Surat Keterangan Melakukan Penelitian ..	115
Lampiran 13	: Surat Penunjukan Pembimbing	116

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Minyak sangat erat kaitannya dengan kehidupan masyarakat. Hampir semua bahan pangan terdapat minyak di dalamnya dengan kandungan yang berbeda-beda. Seringkali minyak ditambahkan dengan sengaja ke bahan makanan dengan berbagai tujuan. Minyak yang dapat dimakan (*edible fat*) dihasilkan oleh alam, yang bersumber dari bahan nabati atau hewani. Minyak yang bersumber dari bahan nabati seperti minyak jagung, kacang, kedelai, dan kelapa sawit. Sedangkan minyak yang bersumber dari hewani seperti lemak susu, lemak sapi, dan minyak ikan sarden.

Minyak merupakan bentuk cair dari lemak. Daging, ikan, susu, kacang tanah, avokad dan beberapa jenis sayuran mengandung minyak yang dikonsumsi bersama bahan tersebut. Minyak ini dikenal dengan lemak tersembunyi (*invisible fat*). Sedangkan minyak yang dipisahkan dari sumbernya dan dimurnikan dikenal sebagai minyak kasat mata (*visible fat*). Salah satu contoh yang termasuk dalam *visible fat* yaitu minyak yang digunakan untuk menggoreng atau biasa disebut dengan minyak goreng.

Minyak goreng sangat erat kaitannya dengan kesehatan tubuh. Fungsi utama minyak goreng yaitu sebagai media

penghantar panas yang membuat makanan gorengan memiliki cita rasa yang lebih gurih sehingga dapat membangkitkan selera makan. Selain itu minyak goreng juga berperan sebagai sumber energi dan juga sebagai sumber kolesterol. Hingga saat ini, minyak goreng merupakan salah satu kebutuhan pokok masyarakat dalam rangka pemenuhan kebutuhan sehari-hari.

Konsumsi minyak goreng di tengah masyarakat semakin hari semakin meningkat. Peningkatan konsumsi minyak goreng di dunia pada tahun 2020 diperkirakan mencapai 232,4 juta ton. Jumlah tersebut meningkat cukup pesat dibandingkan tahun 2006 yaitu sebesar 166,5 juta ton.¹ Begitu pula yang terjadi di Indonesia, peningkatan konsumsi minyak goreng semakin meningkat hari demi hari.

Makanan gorengan adalah faktor resiko tinggi pemicu penyakit degeneratif, seperti penyakit kardiovaskuler, diabetes melitus, dan stroke.² Makanan gorengan seperti ayam goreng, nasi goreng, ikan goreng, dan lain-lain menjadi makanan favorit di dalam keluarga. Berbagai makanan ini dapat dengan mudah ditemui mulai dari jajanan pinggir jalan hingga hotel berbintang. Hal ini merupakan bukti nyata mengenai betapa besarnya jumlah

¹ Posman Sibuea, *Minyak Kelapa Sawit*, (Jakarta: Penerbit Erlangga, 2014), Hlm. 91.

² KMN 51006012, *Makan Sehat Hidup Sehat*, (Jakarta: Buku Kompas, 2006), Hlm. 198.

bahan pangan goreng yang dikonsumsi oleh lapisan masyarakat dari segala tingkat ekonomi dan segala tingkat usia.

Di Indonesia, minyak goreng yang paling sering digunakan oleh masyarakat yaitu minyak goreng kelapa sawit. Sebagai bahan pangan, minyak kelapa sawit mempunyai beberapa keunggulan dibandingkan minyak goreng lain, antara lain mengandung karoten yang diketahui berfungsi sebagai anti kanker dan tokoferol sebagai sumber vitamin E.³ Selain itu, minyak sawit dapat dikatakan sebagai minyak goreng non-kolesterol (kadar kolesterolnya rendah).

Minyak goreng yang digunakan untuk menggoreng bahan pangan banyak dilakukan oleh masyarakat di Indonesia yang merupakan suatu metode memasak bahan pangan. Dalam penggorengan, minyak goreng berfungsi sebagai medium penghantar panas, menambah rasa gurih, menambah nilai gizi dan kalori dalam bahan pangan.⁴ Dalam proses menggoreng, udara dan suhu tinggi merupakan faktor utama penyebab kerusakan minyak goreng. Kerusakan minyak goreng selama proses menggoreng akan mempengaruhi mutu dan nilai gizi dari bahan pangan yang digoreng.

³ Tim Penulis PS, *Kelapa Sawit*, (Jakarta: Penebar Swadaya, 2000), Hlm 163. Cet. 12.

⁴ S. Ketaren, *Pengantar Teknologi Minyak dan Lemak Pangan*, (Jakarta: UI Press, 1986), Hlm. 131.

Minyak goreng yang rusak karena pemanasan pada suhu tinggi akan menghasilkan rupa yang kurang menarik dan cita rasa yang tidak enak, serta kerusakan sebagian vitamin dan asam lemak esensial yang terdapat dalam minyak. Sedangkan pemanasan minyak secara berulang-ulang pada suhu tinggi dan waktu yang cukup lama dapat menyebabkan gejala keracunan seperti iritasi saluran pencernaan, pembengkakan organ tubuh, depresi pertumbuhan dan kematian.⁵

Cita rasa makanan gorengan akan dipengaruhi oleh kondisi minyak goreng yang digunakan. Minimnya pengetahuan masyarakat tentang penggunaan minyak goreng yang baik menyebabkan masyarakat menggunakannya secara tidak tepat. Ada lapisan masyarakat yang menggunakan minyak goreng hanya untuk sekali pakai, namun ada juga masyarakat yang menggunakan minyak goreng untuk berkali-kali pakai. Karena biasanya minyak goreng jarang langsung habis untuk sekali pakai.

Sebagian besar masyarakat menyayangkan jika sisa minyak goreng yang hanya dipakai untuk satu kali penggorengan dibuang percuma. Karena meskipun harga minyak goreng cukup terjangkau, namun juga tidak bisa dikatakan bahwa harga minyak goreng terbilang murah. Alasan yang digunakan yaitu agar hemat dan ekonomis. Bahkan menurut beberapa orang, sisa minyak goreng yang biasa disebut minyak jelantah ini dapat meningkatkan

⁵ S. Ketaren, *Pengantar Teknologi Minyak dan Lemak Pangan*, (Jakarta: UI Press, 2012), Hlm. 139.

nilai kelezatan makanan sehingga minyak jelantah ini banyak digemari.

Minyak jelantah atau penggunaan minyak goreng yang berulang-ulang dapat menyebabkan kerusakan pada minyak goreng yang meliputi perubahan warna, bau, maupun sifat-sifat fisika dan kimia lainnya dari minyak goreng tersebut. Perubahan sifat fisika dan kimia dari minyak goreng akibat penggunaan yang berulang-ulang ini tentu saja berpengaruh terhadap nilai gizi yang ada dalam minyak goreng tersebut. Sehingga secara langsung maupun tidak langsung dapat mempengaruhi kesehatan tubuh orang yang mengkonsumsi minyak goreng tersebut.

Kerusakan minyak goreng dapat diketahui dari parameter kualitas minyak goreng yang meliputi sifat fisik dan sifat kimia. Sifat fisik minyak meliputi warna, bau, odor dan flavor, kelarutan, titik cair dan *polymorphism*, titik didih, titik lunak, *slipping point*, *shot melting point*; bobot jenis, indeks bias, titik asap, titik nyala dan titik api, titik kekeruhan (*turbidity point*).⁶ Parameter yang digunakan dalam penelitian ini berdasarkan sifat fisik minyak yaitu viskositas dan indeks bias.

Viskositas adalah ukuran yang menyatakan kekentalan suatu cairan atau fluida. Kekentalan merupakan sifat cairan yang berhubungan erat dengan hambatan untuk mengalir. Beberapa cairan ada yang dapat mengalir cepat, sedangkan lainnya mengalir

⁶ S. Ketaren. *Pengantar Teknologi Minyak dan Lemak Pangan*. (Jakarta: UI Press, 2012). Hlm. 266.

secara lambat. Cairan yang mengalir cepat seperti air, alkohol dan bensin mempunyai viskositas kecil. Sedangkan cairan yang mengalir lambat seperti gliserin, minyak castor dan madu mempunyai viskositas besar.

Indeks bias adalah derajat penyimpangan dari cahaya yang dilewatkan pada suatu medium yang cerah. Indeks bias tersebut pada minyak dan lemak dipakai pada pengenalan unsur kimia dan untuk pengujian kemurnian minyak.⁷ Indeks bias dari suatu zat ialah perbandingan dari sinus sudut sinar jatuh dan sinus sudut sinar pantul dari cahaya yang melalui suatu zat.

Berdasarkan penjelasan di atas, maka penelitian ini sangat penting dilaksanakan agar masyarakat dapat mengetahui bagaimana kualitas minyak goreng yang baik dan tidak mengurangi kualitas dari minyak goreng tersebut. Dengan demikian, peneliti mengangkat judul “**Analisis Kualitas Minyak Goreng Berdasarkan Parameter Viskositas dan Indeks Bias**” sebagai penelitian.

B. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas, maka rumusan masalah dalam penelitian ini adalah bagaimana kualitas minyak goreng yang digunakan oleh masyarakat berdasarkan parameter viskositas dan indeks bias?

⁷ S. Ketaren. *Pengantar Teknologi Minyak dan Lemak Pangan*. (Jakarta: UI Press, 2012). Hlm. 26.

C. Tujuan dan Manfaat Penelitian

1. Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini adalah untuk menganalisis kualitas minyak goreng yang digunakan oleh masyarakat berdasarkan parameter viskositas dan indeks bias.

2. Manfaat

- a. Mengetahui kualitas minyak goreng berdasarkan parameter viskositas dan indeks bias
- b. Mengetahui kualitas antara minyak goreng yang belum dipakai dan minyak goreng yang sudah dipakai

BAB II

LANDASAN TEORI

A. Deskripsi Teori

1. Lemak dan Minyak

Lemak dan minyak merupakan sumber energi yang lebih efektif dibanding dengan karbohidrat dan protein. Setiap satu gram minyak atau lemak dapat menghasilkan 9 kkal, sedangkan untuk satu gram karbohidrat dan protein hanya menghasilkan 4 kkal.¹ Lemak dan minyak yang terdapat di dalam makanan berguna untuk meningkatkan jumlah energi, membantu penyerapan vitamin-vitamin A, D, E, dan K, dan juga menambah lezatnya hidangan.²

Lemak dan minyak sebagai bahan pangan dibagi menjadi dua macam, yaitu 1) lemak yang siap dikonsumsi tanpa dimasak (*edible fat consumed uncooked*) misalnya mentega, margarin serta lemak yang digunakan dalam kembang gula, dan 2) lemak yang dimasak bersama bahan pangan, atau dijadikan sebagai medium penghantar panas dalam memasak bahan pangan misalnya minyak goreng, *shortening* dan lemak babi.³

¹ F.G. Winarno, *Kimia Pangan dan Gizi*, (Jakarta: PT Gramedia, 1984), Hlm. 84.

² Aden R, *Menjalani Pola & Gaya Hidup Sehat*, (Yogyakarta: Hanggar Kreator, 2010), Hlm. 21.

³ S. Ketaren, *Pengantar Teknologi Minyak dan Lemak Pangan*, (Jakarta: UI Press, 2012), Hlm. 1.

Lemak dan minyak dapat diklasifikasikan berdasarkan sumbernya, yaitu sebagai berikut:⁴

- a. Bersumber dari tanaman
 - 1) Biji-bijian palawija, misalnya minyak jagung, biji kapas, kacang, wijen, kedelai, dan bunga matahari
 - 2) Kulit buah tahunan, misalnya minyak zaitun dan kelapa sawit
 - 3) Biji-bijian dari tanaman tahunan, misalnya kelapa, cokelat, inti sawit, dan sebagainya.
- b. Bersumber dari hewan
 - 1) Susu hewan peliharaan, misalnya lemak susu.
 - 2) Daging hewan peliharaan, misalnya lemak sapi dan lemak babi.
 - 3) Hasil laut, misalnya minyak ikan sarden dan minyak ikan paus

Sifat fisik lemak dan minyak yaitu:⁵

- a. Warna

Zat warna dalam lemak dan minyak terdiri dari dua jenis, yaitu zat warna alamiah dan warna dari hasil degradasi zat warna alamiah.

⁴ S. Ketaren, *Pengantar Teknologi Minyak dan Lemak Pangan*, (Jakarta: UI Press, 2012), Hlm. 13.

⁵ S. Ketaren, *Pengantar Teknologi Minyak dan Lemak Pangan*, (Jakarta: UI Press, 2012), Hlm. 18.

1) Zat warna alamiah

Zat warna jenis ini terdapat secara alamiah di dalam bahan yang mengandung minyak dan ikut terekstrak bersama minyak pada proses ekstraksi. Zat warna tersebut antara lain terdiri dari α dan β karoten, xantofil, klorofil, dan anthosyanin. Zat warna alamiah ini menyebabkan lemak dan minyak berwarna kuning, kuning kecoklatan, kehijau-hijauan dan kemerah-merahan.

2) Warna hasil degredasi zat warna alamiah

- a) Warna gelap disebabkan karena adanya proses oksidasi terhadap tokoferol (vitamin E).
- b) Warna coklat biasanya hanya terdapat pada lemak atau minyak yang berasal dari bahan yang telah busuk atau memar. Hal itu juga dapat terjadi karena adanya reaksi molekul karbohidrat dengan gugus pereduksi seperti aldehid serta gugus amin dari molekul protein dan yang disebabkan karena aktivitas enzim-enzim.
- c) Warna kuning terjadi karena adanya hubungan yang erat antara proses absorpsi dan timbulnya warna kuning dalam lemak atau minyak tidak jenuh. Warna ini timbul selama penyimpanan dan intensitas warna bervariasi dari kuning sampai ungu kemerah-merahan.

b. Bau

Lemak bersifat mudah menyerap bau. Kerusakan lemak yang utama adalah timbulnya rasa dan bau tengik yang biasa disebut dengan proses ketengikan.⁶ Pada lemak atau bahan pangan berlemak dapat menghasilkan bau tidak enak yang mirip dengan bau ikan yang sudah basi (*stalefish products*) jika terjadi proses ketengikan.

c. Odor dan Flavor

Selain terdapat secara alami, odor dan flavor pada lemak atau minyak juga dapat terjadi karena pembentukan asam-asam yang berantai sangat pendek sehingga hasil dari pembentukan tersebut dapat menyebabkan kerusakan pada lemak atau minyak. Namun, pada umumnya odor dan flavor ini disebabkan oleh komponen bukan minyak. Bau khas dari minyak kelapa sawit karena adanya *beta ionone* didalamnya merupakan salah satu contoh odor dan flavor yang disebabkan oleh komponen bukan minyak.

d. Kelarutan

Lemak dan minyak tidak dapat larut dalam air, kecuali minyak jarak (*castor oil*). Lemak dan minyak hanya sedikit larut dalam alkohol, akan tetapi dapat melarut sempurna dalam etir eter, karbon disulfida dan pelarut-pelarut halogen. Kelarutan dari lemak dan minyak

⁶ F.G. Winarno, *Kimia Pangan dan Gizi*, (Jakarta: PT Gramedia, 1984), Hlm. 105.

ini dipergunakan sebagai dasar untuk mengekstraksi lemak atau minyak dari bahan yang diduga mengandung minyak.

e. Titik Cair dan *Polymorphism*

Pengukuran titik cair lemak atau minyak dengan suatu cara yang lazim digunakan dalam penentuan atau pengenalan komponen-komponen organik yang murni, tidak mungkin diterapkan untuk pengukuran titik cair lemak ataupun minyak, karena lemak dan minyak tidak mencair dengan tepat pada suatu nilai temperatur tertentu.

Polymorphism pada lemak dan minyak adalah suatu keadaan dimana terdapat lebih dari satu kristal. *Polymorphism* sering dijumpai pada beberapa komponen yang mempunyai rantai karbon panjang, dan pemisahan kristal tersebut sangat sukar. Akan tetapi, untuk beberapa komponen, bentuk dari kristal-kristal tersebut sudah dapat diketahui.

f. Titik Didih (*Boiling Point*)

Titik didih dari asam-asam lemak dan minyak akan semakin meningkat dengan bertambah panjangnya rantai karbon asam lemak dan minyak tersebut.

g. Titik Lunak (*softening point*)

Titik lunak dari lemak dan minyak ditetapkan dengan tujuan untuk mengidentifikasi lemak atau minyak tersebut. Cara penetapannya yaitu dengan menggunakan

tabung kapiler yang diisi dengan lemak atau minyak. Titik lunak adalah suhu dimana lemak atau minyak mulai melunak atau mulai mencair sehingga lemak atau minyak tersebut dapat bergerak atau meluncur di dalam tabung kapiler.

h. *Slipping Point*

Penetapan *slipping point* dipergunakan untuk pengenalan lemak atau minyak serta pengaruh kehadiran komponen-komponennya. Cara penetapannya yaitu dengan menggunakan suatu silinder kuningan kecil yang diisi dengan lemak padat, kemudian disimpan dalam bak yang tertutup dan dihubungkan dengan termometer. Bila bak digoyangkan, maka suhu pada termometer akan naik secara perlahan. *Slipping point* terjadi jika suhu lemak pada silinder tersebut mulai naik.

i. *Shot Melting Point*

Shot melting point adalah temperatur pada saat terjadinya tetesan pertama dari lemak ataupun minyak. Pada umumnya lemak atau minyak mengandung komponen-komponen yang berpengaruh terhadap titik cairnya. Minyak atau lemak yang mengandung asam lemak tidak jenuh dalam jumlah yang relatif besar, biasanya berwujud cair pada temperatur kamar. Apabila mengandung asam lemak jenuh yang relatif besar, maka

lemak atau minyak tersebut mempunyai titik cair yang tinggi.

j. Bobot Jenis

Bobot jenis dari lemak dan minyak biasanya ditentukan pada temperatur 25°C. Akan tetapi untuk lemak atau minyak yang mempunyai titik cair tinggi, bobot jenisnya diukur pada temperatur 40°C atau 60°C. Pada penetapan bobot jenis, temperatur dikontrol dengan hati-hati dalam kisaran temperatur yang pendek.

k. Indeks Bias

Indeks bias merupakan derajat penyimpangan cahaya yang dilewatkan pada suatu medium yang cerah. Indeks bias pada lemak atau minyak dipakai pada pengenalan unsur kimia dan untuk pengujian kemurnian minyak. Indeks bias akan semakin meningkat pada lemak atau minyak yang mempunyai rantai karbon yang panjang dan juga terdapatnya beberapa ikatan rangkap.

l. Titik Asap, Titik Nyala dan Titik Api

Penetapan titik asap, titik nyala, dan titik api dapat diketahui apabila lemak atau minyak dipanaskan. Titik asap merupakan temperatur pada saat lemak atau minyak menghasilkan asap tipis yang kebiru-biruan pada saat pemanasan. Titik nyala merupakan temperatur pada saat campuran uap dari lemak atau minyak dengan udara

mulai terbakar. Sedangkan titik api merupakan temperatur pada saat dihasilkan pembakaran yang terus-menerus.

m. Titik Kekeruhan

Titik kekeruhan ditetapkan dengan cara mendinginkan campuran lemak atau minyak dengan pelarut lemak. Campuran tersebut kemudian dipanaskan hingga terbentuk larutan yang sempurna. Setelah itu didinginkan secara perlahan sampai lemak atau minyak mulai terpisah dengan pelarutnya dan mulai menjadi keruh. Temperatur pada saat mulai terjadi kekeruhan itu yang disebut sebagai titik kekeruhan (*turbidity point*).

Sedangkan sifat kimia lemak dan minyak yaitu:

a. Hidrolisa

Dalam reaksi hidrolisa, lemak atau minyak akan diubah menjadi asam-asam lemak bebas dan gliserol. Reaksi hidrolisa dapat menyebabkan kerusakan pada lemak atau minyak karena terdapat sejumlah air di dalamnya. Reaksi ini mengakibatkan ketengikan hidrolisa yang menghasilkan flavor dan bau tengik pada minyak tersebut.

b. Oksidasi

Proses oksidasi dapat berlangsung bila terjadi kontak antara sejumlah oksigen dengan lemak atau minyak. Terjadinya reaksi oksidasi ini akan mengakibatkan bau tengik pada lemak dan minyak.

Oksidasi biasanya dimulai dengan pembentukan peroksida dan hidroperoksida. Tingkat selanjutnya adalah terurainya asam-asam lemak disertai dengan konversi hidroperoksida menjadi aldehid dan keton serta asam-asam lemak bebas. *Rancidity* terbentuk oleh aldehida bukan peroksida. Jadi kenaikan *peroxida value* (PV) hanya indikator dan peringatan bahwa minyak sebentar lagi akan berbau tengik.⁷

c. Hidrogenasi

Hidrogenasi lemak adalah reaksi kimia yang terdiri dari adisi hidrogen pada ikatan rangkap dua asil yang tidak jenuh.⁸ Proses hidrogenasi sebagai suatu proses industri bertujuan untuk menjenuhkan ikatan rangkap dari rantai karbon asam lemak pada lemak atau minyak. Reaksi hidrogenasi ini dilakukan dengan menggunakan hidrogen murni dan ditambahkan serbuk nikel sebagai katalisator. Setelah proses hidrogenasi selesai, minyak didinginkan dan katalisator dipisahkan dengan cara penyaringan. Hasilnya adalah minyak yang bersifat plastis atau keras, tergantung pada derajat kejenuhannya.

⁷ S. Ketaren, *Pengantar Teknologi Minyak dan Lemak Pangan*, (Jakarta: UI Press, 2012), Hlm. 18.

⁸ John M. Deman, *Kimia Makanan*, (Bandung: Penerbit ITB, 1997), Hlm. 81.

d. Esterifikasi

Proses esterifikasi bertujuan untuk mengubah asam-asam lemak dari trigliserida dalam bentuk ester. Reaksi esterifikasi dapat dilakukan melalui reaksi kimia yang disebut *interestifikasi* atau pertukaran ester yang didasarkan atas prinsip transesterifikasi *friedel-craft*. Dengan menggunakan prinsip reaksi ini, hidrokarbon rantai pendek dalam asam lemak seperti asam butirat dan asam kaproat yang menyebabkan bau tidak enak, dapat ditukar dengan rantai panjang yang bersifat tidak menguap.

2. Minyak Goreng

Minyak goreng berfungsi sebagai penghantar panas, penambah rasa gurih, dan juga penambah nilai kalori bahan pangan. Mutu minyak goreng dapat ditentukan oleh titik asapnya, yaitu suhu pemanasan minyak.⁹ Minyak goreng yang baik adalah minyak goreng yang tidak berbau dan enak rasanya, jernih dan disukai warnanya, serta stabil pada cahaya dan tahan terhadap panas.

Secara umum, minyak goreng yang sering digunakan untuk menggoreng adalah minyak goreng yang berasal dari tumbuhan (minyak nabati) yaitu salah satunya minyak goreng kelapa sawit. Minyak kelapa sawit mempunyai sifat yang

⁹ F.G. Winarno, *Kimia Pangan dan Gizi*, (Jakarta: PT Gramedia, 1984), Hlm. 95.

menguntungkan untuk dijadikan minyak goreng dengan mutu yang baik. Melalui proses rafinasi dan fraksinasi dapat dihasilkan minyak yang tidak berwarna, jernih dan bebas dari kotoran.¹⁰

Minyak goreng biasanya bisa digunakan hingga 3-4 kali penggorengan. Namun, penggunaan minyak goreng yang baik adalah untuk sekali penggorengan saja. Sebagaimana firman Allah yang memerintahkan umat manusia untuk memakan makanan yang halal dan baik seperti yang tercantum pada Al-Qur'an surat Al-Baqarah ayat 168.

يَأْتِيهَا النَّاسُ كُلُّوا مِمَّا فِي الْأَرْضِ حَلَالًا طَيِّبًا وَلَا تَتَّبِعُوا
خُطُوتِ الشَّيْطَانِ إِنَّهُ لَكُمْ عَدُوٌّ مُبِينٌ ﴿١٦٨﴾

Artinya: “hai sekalian manusia, makanlah yang halal lagi baik dari apa yang terdapat di bumi, dan janganlah kamu mengikuti langkah-langkah syaitan, karena sesungguhnya syaitan itu adalah musuh yang nyata bagimu.”

Minyak goreng yang digunakan berulang kali akan berubah warna, berbau tengik, dan dapat merusak sifat fisiko-kimia minyak tersebut. Beberapa sifat fisiko-kimia dari minyak kelapa sawit nilainya dapat dilihat pada Tabel 2.1

¹⁰ Sagung Seto, *Pangan dan Gizi*, (Bogor: Institut Pertanian Bogor, 2001), Hlm. 52.

Tabel 2.1 Sifat fisiko-kimia minyak kelapa sawit

Sifat	Minyak Sawit	Minyak Inti Sawit
Bobot jenis pada suhu kamar	0,900	0,900-0,913
Indeks bias D 40°C	1,4565-1,4585	1,495-1,515
Bilangan Iod	48-56	14-20
Bilangan penyabunan	196-205	244-254

Warna minyak goreng kelapa sawit ditentukan oleh adanya pigmen yang masih tersisa setelah proses pemucatan, karena asam-asam lemak dan gliserida tidak berwarna. warna orange atau kuning disebabkan adanya pigmen karotene yang larut dalam minyak.

Bau dan flavor dalam minyak terdapat secara alami, juga terjadi akibat adanya asam-asam lemak berantai pendek akibat kerusakan minyak. Sedangkan bau khas minyak kelapa sawit ditimbulkan oleh persenyawaan *beta ionone*. Titik cair minyak sawit berada dalam nilai kisaran suhu, karena minyak kelapa sawit mengandung beberapa macam asam lemak yang mempunyai titik cair yang berbeda-beda.¹¹

Minyak goreng yang digunakan berulang-ulang biasa disebut dengan minyak jelantah yaitu minyak yang dihasilkan dari sisa penggorengan. Minyak jelantah dapat menyebabkan minyak berasap atau berbusa pada saat penggorengan,

¹¹ S. Ketaren, *Pengantar Teknologi Minyak dan Lemak Pangan*, (Jakarta: UI Press, 2012), Hlm. 266.

meninggalkan warna coklat, serta flavor yang tidak disukai dari makanan yang digoreng. Dengan meningkatnya produksi dan konsumsi minyak goreng, ketersediaan minyak jelantahan hari kian melimpah.

Kerusakan utama pada minyak adalah timbulnya bau dan rasa tengik, timbulnya kekentalan minyak, terbentuknya busa dan adanya kotoran dari bumbu bahan penggoreng. Semakin sering digunakan maka tingkat kerusakan minyak akan semakin tinggi. Jika mengkonsumsi minyak goreng yang sudah rusak maka akan menimbulkan rasa gatal pada tenggorokan.

3. Viskositas

Viskositas atau kekentalan dapat dibayangkan sebagai gesekan antara satu bagian dengan bagian lain di dalam fluida.¹² Setiap fluida mempunyai sifat kekentalan, hal itu terjadi karena partikel-partikel di dalam fluida tersebut bertumbukan.¹³

Viskositas adalah ukuran yang menyatakan kekentalan suatu cairan atau fluida. Kekentalan merupakan sifat cairan yang berhubungan erat dengan hambatan untuk mengalir. Cairan yang mengalir cepat seperti air, alkohol dan bensin mempunyai viskositas kecil. Sedangkan cairan yang

¹² Sutrisno, *Fisika Dasar: Mekanika*, (Bandung: Penerbit ITB, 1997), Hlm. 229.

¹³ Daryanto, *Fisika Teknik*, (Jakarta: PT Asdi mahasatya, 2003), Hlm. 139.

mengalir lambat seperti gliserin, minyak castor dan madu mempunyai viskositas besar. Jadi viskositas tidak lain menentukan kecepatan mengalirnya suatu cairan.

Jika gaya gesekan antara permukaan-permukaan dua benda padat sebanding dengan gaya tekan satu permukaan terhadap yang lain, maka gaya gesekan antara permukaan benda padat dengan medium dimana benda itu bergerak sebanding dengan kecepatan gerak benda tersebut terhadap mediumnya, sedangkan gaya gesekan antara lapisan-lapisan fluida akan sebanding dengan gradien kecepatan aliran lapisan-lapisan itu sepanjang tegak lurus arah mengalirnya fluida.

$$F = \eta A (\delta v / \delta y)$$

dengan η sebagai tetapan pembanding lurus yang dinamakan tetapan viskositas atau koefisien viskositas, yang besarnya tergantung dari jenis dan suhu fluida. Untuk larutan, besarnya koefisien viskositas tergantung pada konsentrasi atau kepekaan larutan.¹⁴

Pada umumnya pengukuran koefisien viskositas fluida berdasarkan hambatan gerakan benda di dalam fluida. Viskositas dapat diukur dengan beberapa cara yaitu, berdasarkan hukum Newton tentang viskositas, berdasarkan persamaan Hagen-Poiseuille, dan dengan metode-metode

¹⁴ Dr. Peter Soedjo, B. Sc., *Fisika Dasar*, (Yogyakarta: Andi, 2004). Hlm. 46.

yang memerlukan kalibrasi dengan fluida yang viskositasnya diketahui.¹⁵

$$\eta = \frac{\text{tegangan geser}}{\text{laju perubahan geser}} = \frac{F/A}{dv/dy}$$

Viskositas dihitung sesuai persamaan *Poiseuille* berikut:

$$\eta = \frac{\pi Pr^4 t}{8 V l}$$

dengan t ialah waktu yang diperlukan cairan bervolume V , yang mengalir melalui pipa kapiler dengan panjang l dan jari-jari r . Tekanan P merupakan perbedaan tekanan aliran kedua ujung pipa viskosimeter dan besarnya diasumsikan sebanding dengan berat cairan.

Hukum *Poiseuille* berlaku hanya untuk aliran fluida laminar (nonturbulen) dengan viskositas konstan yang tak bergantung pada kecepatan fluida.¹⁶ Nilai viskositas setiap fluida berbeda-beda, tergantung pada jenis fluida tersebut, dan untuk setiap fluida tertentu pula nilai viskositasnya tergantung pada temperatur. Nilai koefisien viskositas suatu fluida sangat berpengaruh pada suhu. Pada suhu tinggi nilai koefisien viskositas itu akan menurun.

¹⁵ Victor L. Streeter, *Mekanika Fluida Jilid 2*, (Jakarta: Penerbit Erlangga, 1985). Hlm. 351.

¹⁶ Paul A. Tipler, *Fisika*, (Jakarta: Erlangga, 1998). Hlm. 409.

4. Indeks Bias

Pada tahun 1621 ditemukan hukum tentang pembiasan oleh seorang astronom berkebangsaan Belanda, Willebrord Snellius yang dikenal dengan sebutan hukum Snellius.¹⁷ Hukum-hukum Snellius mendasari kaidah-kaidah optika geometris dalam alat-alat optik atau sistem optik.¹⁸ Hukum-hukum Snellius merupakan dasar optika geometris dan berbunyi sebagai berikut:¹⁹

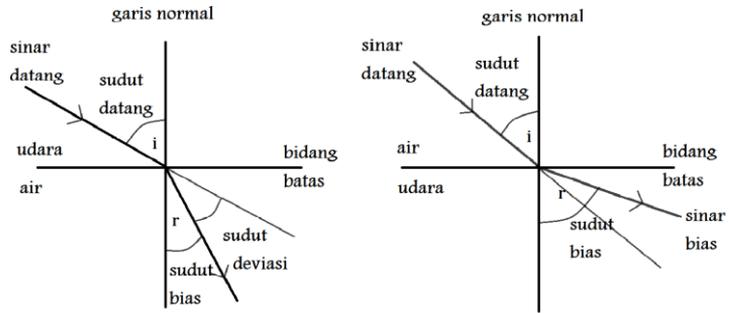
- a. Sinar datang, normal, sinar pantul, dan sinar bias semuanya terletak di satu bidang datar.
- b. Sudut pantul sama dengan sudut datang.
- c. Perbandingan antara sinus sudut datang dan sinus sudut bias adalah tetap, artinya tidak bergantung pada besar sudut datang.

Sinar datang dari medium kurang rapat ke medium yang lebih rapat maka sinar dibiaskan mendekati garis normal, dan jika sinar datang dari medium lebih rapat ke medium kurang rapat maka sinar akan dibiaskan menjauhi garis normal.

¹⁷ John Crisp dan Barry Elliott, *Serat Optik: Sebuah Pengantar*, (Jakarta: Erlangga, 2006), Hlm. 16.

¹⁸ Peter Soedjo, *Fisika Dasar*, (Yogyakarta: CV Andi Offset, 2004). Hlm. 94.

¹⁹ Peter Soedjo, *Azas-Azas Ilmu Fisika: Optika*, (Yogyakarta: Gadjah Mada University Press, 1992). Hlm. 7.



Gambar 2.1 Pembiasan cahaya oleh medium yang berbeda kerapatannya

Ketika seberkas cahaya bergerak dari udara ke air dengan sudut datang θ_i , maka cahaya dibiaskan mendekati garis normal dengan sudut bias θ_r . Sedangkan ketika seberkas cahaya bergerak dari air ke udara dengan sudut datang θ_i , maka cahaya dibiaskan menjauhi garis normal dengan sudut bias θ_r .

Indeks bias adalah derajat penyimpangan dari cahaya yang dilewatkan pada suatu medium yang cerah. Lambang indeks bias mutlak adalah n . Indeks bias mutlak n untuk cahaya yang bergerak dari vakum (udara) menuju suatu medium tertentu dinyatakan dengan persamaan Snellius.

$$n = \frac{\sin \theta_i}{\sin \theta_r}$$

Indeks bias mutlak suatu medium dapat diartikan sebagai suatu ukuran kemampuan medium itu untuk

membiasakan cahaya. Medium yang memiliki indeks bias lebih besar adalah medium yang lebih kuat membiasakan cahaya.

Tabel 2.2 Indeks bias mutlak beberapa medium

Medium	Indeks bias
Udara	1,00029
Hidrogen	1,00013
Karbon dioksida	1,00045
Air	1,33
Es	1,31
Etanol	1,36
Benzena	1,50
Gliserol	1,48
Balsem Kanada	1,53
Karbon disulfida	1,62
Intan	2,45
Kaca kuarsa	1,45
Kaca korona	1,52
Kaca flinta	1,58

Persamaan Snellius dapat dipakai untuk meramalkan apa yang akan terjadi jika cahaya datang dari kaca menuju air. Dianggap terdapat lapisan udara antara permukaan kaca dan air.

Pertama, sinar datang dari kaca (sudut datang = θ_k) dibiaskan ketika masuk ke udara (sudut bias = θ_u).

$$\frac{\sin \theta_u}{\sin \theta_k} = n_k$$

$$\sin \theta_u = n_k \sin \theta_k$$

Kedua, sinar datang dari udara (sudut datang = θ_u) dibiaskan ketika masuk air (sudut bias = θ_a).

$$\frac{\sin \theta_u}{\sin \theta_a} = n_a$$

$$\sin \theta_u = n_a \sin \theta_a$$

$\sin \theta_u$ pada kedua persamaan di atas adalah sama, sehingga diperoleh

$$n_k \sin \theta_k = n_a \sin \theta_a$$

Secara umum, untuk dua medium (medium 1 dan medium 2), persamaan Snellius berbentuk

$$n_1 \sin \theta_1 = n_2 \sin \theta_2$$

$$\frac{\sin \theta_1}{\sin \theta_2} = \frac{n_2}{n_1} = n_{21}$$

dengan n_1, n_2 = indeks bias mutlak medium 1, medium 2

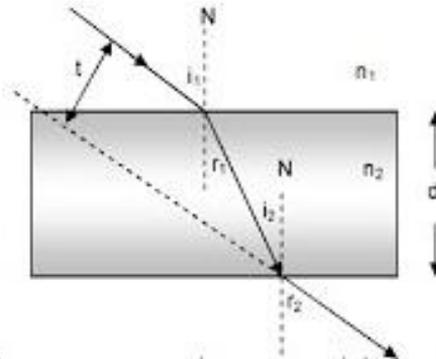
θ_1, θ_2 = sudut datang dalam medium 1, dalam medium 2

n_{21} = indeks bias medium 2 relatif terhadap medium 1

a. Kaca Planparalel

Kaca planparalel yaitu merupakan kaca tebal yang permukaannya rata. Sinar datang yang melalui kaca planparalel akan mengalami dua kali pembiasan. Pembiasan pertama saat sinar datang menuju kaca

planparalel dan pembiasan kedua saat sinar meninggalkan kaca planparalel.



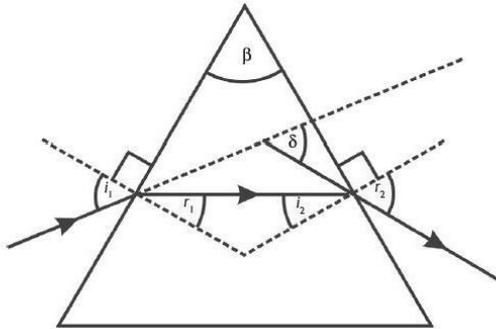
Gambar 2.2 Kaca planparalel

Sinar datang dari udara menuju kaca dibiaskan mendekati garis normal dalam kaca. Selanjutnya, sinar yang merambat dalam kaca menuju udara dibiaskan menjauhi garis normal. Arah sinar datang yang menuju kaca planparalel dan arah sinar keluar dari dalam kaca planparalel adalah sejajar.

b. Prisma

Prisma merupakan medium yang dibatasi dua bidang permukaan yang saling membentuk sudut. Sudut yang dibentuk disebut sudut pembias prisma, dinotasikan dengan simbol β . Sinar yang datang menuju prisma dan sinar yang keluar dari prisma tidak sejajar, karena terjadi penyimpangan atau deviasi. Besar sudut penyimpangan disebut dengan sudut deviasi. Jika seberkas cahaya

mengenai permukaan prisma maka cahaya tersebut mengalami dua kali pembiasan.



Gambar 2.3 Prisma

dengan:

β = sudut sinar pembias prisma

i_1 = sudut sinar datang (udara ke prisma)

r_1 = sudut sinar bias (udara ke prisma)

i_2 = sudut sinar datang (prisma ke udara)

r_2 = sudut sinar bias (prisma ke udara)

δ = sudut deviasi

Berdasarkan gambar di atas, diperoleh hubungan antara sudut deviasi (δ), sudut sinar datang (i_1), sudut sinar bias (r_2), dan sudut pembias prisma (β), yaitu:

$$\delta = i_1 + r_2 - \beta$$

Pengujian indeks bias dapat digunakan untuk menentukan kemurnian minyak dan dapat menentukan dengan cepat terjadinya hidrogenasi katalis (*catalytic hydrogenation*). Semakin panjang rantai karbon dan semakin banyak ikatan

rangkap, indeks bias bertambah besar. Indeks bias juga dipengaruhi oleh faktor-faktor, seperti kadar asam lemak bebas, proses oksidasi dan suhu.²⁰

Alat yang digunakan pada pengujian ini ialah refraktometer abbe yang dilengkapi dengan pengatur suhu. Refraktometer adalah alat untuk menentukan indeks bias dengan menggunakan prinsip sudut kritis.²¹ Pengujian dilakukan pada suhu 40°C untuk lemak dan pada suhu 25°C untuk minyak. Nilai indeks bias suatu jenis minyak dipengaruhi oleh suhu. Pada suhu yang lebih tinggi indeks bias semakin kecil.

B. Kajian Pustaka

1. Artikel Sri Yadi Chalid, Anna Muawanah, dan Ida Jubaedah yang berjudul “Analisa Radikal Bebas pada Minyak Goreng Pedagang Gorengan Kaki Lima”. Dalam artikel ini dilakukan penelitian tentang kerusakan minyak goreng pada pedagang gorengan yang berjualan di lokasi Sekolah Menengah Pertama (SMP) Negeri II Ciputat. Kerusakan ditinjau dari kadar radikal bebas yang terkandung pada sampel minyak goreng. Radikal bebas adalah molekul reaktif yang dapat menyebabkan penyakit seperti diabetes, kanker, trakoma dan

²⁰ S. Ketaren, *Pengantar Teknologi Minyak dan Lemak Pangan*, (Jakarta: UI Press, 2012), Hlm. 44-45.

²¹ Ganijanti Aby Saroyo, *Gelombang dan Optika*, (Jakarta: Salemba Teknika, 2011), Hlm. 276.

penyakit jantung koroner. Dalam penelitian ini digunakan 5 sampel minyak goreng. Ke- 5 sampel tersebut menunjukkan kadar air berkisar antara 3,47 - 8,86%, indeks bias antara 1,46391 - 1,46498, asam lemak bebas 0,24 - 0,74% dan radikal bebas 0,012 – 0,069 nmol/ml.

2. Artikel Anwar Budianto berjudul Metode Penentuan Koefisien Kekentalan Zat Cair dengan Menggunakan Regresi Linear Hukum Stokes. Dalam artikel ini dilakukan penelitian tentang viskositas air, minyak goreng, dan olie menggunakan alat ukur dengan prinsip hukum Stokes. Dari hasil analisis data diperoleh viskositas air, minyak goreng dan olie pada suhu 27° C berturut-turut yaitu (0,259 + 0,01) poise, (2,296 + 0,024) poise, dan (8,519 + 0,151) poise. Pada suhu 90° C nilai viskositas air, minyak goreng dan olie masing-masing adalah (0,234 + 0,013) poise, (1,353 + 0,048) poise dan (1,492 + 0,043) poise.
3. Skripsi Reskiati Wiradhika Anwar (G61108276) berjudul Studi Pengaruh Suhu dan Jenis Bahan Pangan Terhadap Stabilitas Minyak kelapa Selama Proses Penggorengan. Dalam penelitian ini parameter pengamatan yang digunakan adalah kadar asam lemak bebas, total materi polar (*Total Polar Material*, TPM), viskositas, dan organoleptik dengan metode hedonik pada minyak serta produk gorengan. Nilai viskositas minyak goreng segar yang dipanaskan untuk menggoreng french fish pada suhu 170° diperoleh hasil

1310,48 cps dan diperoleh nilai 1466,90 cps saat digunakan untuk menggoreng sampai 15 kali. Sedangkan pada suhu 190° diperoleh hasil 1310,48 cps untuk minyak goreng segar, dan 1376,50 cps untuk minyak goreng yang dipakai 15 kali.

BAB III

METODE PENELITIAN

A. Jenis Penelitian

Penelitian ini merupakan penelitian eksperimen. Pada penelitian ini prosedur yang dilakukan berdasarkan standar pengujian viskositas dan indeks bias minyak goreng. Data diperoleh berdasarkan percobaan yang dilakukan.

B. Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan pada 19 Mei 2015 – 3 Juli 2015 . Penelitian ini dilaksanakan di Mangunharjo RT 05 RW 04 Tugu Semarang (tempat pengambilan sampel dan penyiapan minyak goreng), Laboratorium Fisika Universitas PGRI Semarang (pengujian viskositas dan indeks bias minyak goreng). Adapun jadwal penelitian ini ditampilkan dalam tabel berikut:

Tabel 3.1 Jadwal Penelitian

No.	Nama Kegiatan	Waktu Pelaksanaan	Tempat
1.	Pengambilan sampel	19 Mei 2015	Mangunharjo RT 05 RW 04 Tugu Semarang
2.	Penyiapan minyak goreng (belum dipakai, dipakai satu kali, dan dipakai dua kali)	5 - 7 Juni 2015	Mangunharjo RT 05 RW 04 Tugu Semarang
3.	Pengujian viskositas dan indeks bias	23 Juni – 3 Juli 2015	Laboratorium Fisika Universitas PGRI Semarang

C. Bahan dan Alat

1. Bahan

Bahan yang diperlukan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

a. Minyak goreng

Minyak goreng yang digunakan divariasikan dengan 3 merek. Minyak goreng tersebut diperoleh dari hasil kuesioner dan dipilih tiga tertinggi yang lebih banyak dipakai. Setiap merek divariasikan lagi menjadi minyak goreng yang belum terpakai, minyak goreng satu kali pakai, dan minyak goreng dua kali pakai.

b. Tahu

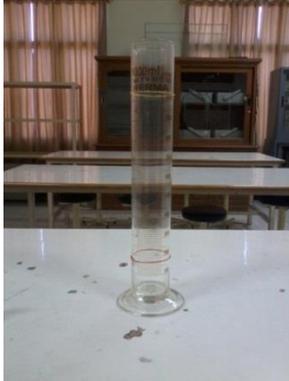
Penyiapan minyak goreng satu kali pakai yaitu minyak goreng yang digunakan untuk menggoreng tahu selama 8-10 menit, dan minyak goreng dua kali pakai yaitu minyak goreng yang digunakan untuk menggoreng tahu selama lebih dari 10 menit.

2. Alat

Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini di antaranya:

a. Tabung gelas panjang dilengkapi pembatas dari karet gelang

Tabung gelas digunakan sebagai tempat minyak goreng untuk mengukur viskositas minyak goreng tersebut.



Gambar 3.1 Tabung gelas

- b. Tiga buah kelereng dengan ukuran yang berbeda



Gambar 3.2 Kelereng

- c. Mistar

Mistar digunakan untuk mengukur batas antara karet gelang atas dan karet gelang bawah pada tabung gelas panjang.



Gambar 3.3 Penggaris

d. Jangka sorong

Jangka sorong digunakan untuk mengukur kelereng besar.



Gambar 3.4 Jangka sorong

e. Mikrometer sekrup

Mikrometer sekrup digunakan untuk mengukur diameter kelereng sedang dan kelereng kecil.



Gambar 3.5 Mikrometer sekrup

f. Neraca

Neraca digunakan untuk menimbang massa kelereng, piknometer kosong, dan piknometer yang diisi minyak goreng



Gambar 3.6 Neraca

g. Piknometer

Piknometer digunakan untuk mengukur volume dan massa minyak goreng. Massa minyak goreng yaitu massa piknometer yang diisi minyak goreng dikurangi dengan massa piknometer kosong. Piknometer yang digunakan yaitu mempunyai volume 100 ml.



Gambar 3.7 Piknometer

h. Stopwatch

Stopwatch digunakan untuk menghitung waktu meluncurnya kelereng dari batas karet gelang atas menuju batas karet gelang bawah.



Gambar 3.8 Stopwatch

i. Wadah/tempat kartu nama

Tempat kartu nama digunakan untuk mengukur nilai indeks bias dengan menggunakan prinsip kaca plan paralel. Tempat kartu nama ini terbuat dari bahan akrilik.



Gambar 3.9 Wadah/tempat kartu nama

j. Kertas HVS

Kertas HVS digunakan untuk menggambar wadah kartu nama yang telah diisi minyak goreng sehingga dapat menghitung nilai indeks bias dengan cara menentukan sudut datang yang kemudian dapat diketahui sudut biasnya.



Gambar 3.10 Kertas HVS

k. Sterofoam

Sterofoam digunakan sebagai alas pengukuran indeks bias dengan prinsip kaca plan paralel.

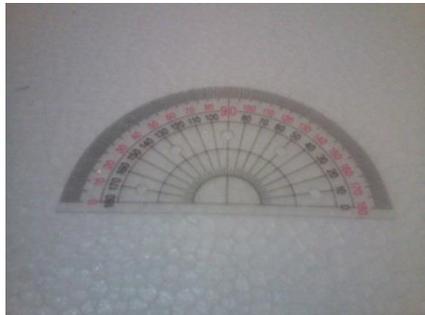
1. Jarum pentul



Gambar 3.11 Jarum pentul

m. Busur

Busur digunakan untuk mengukur sudut datang dan sudut bias



Gambar 3.12 Busur

D. Proses Penelitian

1. Pengambilan sampel minyak goreng

Dalam penelitian ini digunakan tiga macam merek minyak goreng. Masing-masing minyak goreng tersebut divariasikan menjadi tiga jenis yaitu minyak goreng yang belum dipakai, minyak goreng satu kali pakai, dan minyak goreng dua kali pakai.

Merek minyak goreng yang dijadikan sampel yaitu diperoleh dari hasil kuesioner 20 responden yang merupakan warga Mangunharjo RT 5 RW 4 Tugu Semarang, dan diambil tiga merek minyak goreng yang paling banyak digunakan.

2. Penyiapan minyak goreng

Penyiapan minyak goreng dilakukan di Mangunharjo Tugu Semarang. Adapun minyak goreng yang digunakan dalam penelitian ini adalah minyak goreng yang belum dipakai, minyak goreng satu kali pakai, dan minyak goreng dua kali pakai.

Minyak goreng satu kali pakai yaitu minyak goreng yang sudah dipakai untuk menggoreng tahu selama 8-10 menit. Minyak goreng dua kali pakai yaitu minyak goreng yang sudah dipakai untuk menggoreng selama lebih dari 10 menit.

3. Pengukuran Viskositas dan Indeks Bias Minyak Goreng

Pengukuran viskositas dan indeks bias minyak goreng dilaksanakan di Laboratorium Fisika Universitas PGRI Semarang.

a. Pengukuran massa jenis minyak goreng

Pengukuran kerapatan minyak goreng menggunakan alat piknometer. Langkah pertama yang harus dilakukan yaitu mengukur massa piknometer kosong serta piknometer yang diisi minyak goreng menggunakan neraca, dan mengukur volume minyak goreng. Piknometer yang digunakan yaitu mempunyai volume 100 ml, sehingga volume minyak goreng juga 100 ml.

Setelah mendapat data massa dan volume minyak goreng, selanjutnya dapat menentukan nilai massa jenis dengan persamaan:

$$\rho = \frac{m}{V}$$

dimana,

ρ = kerapatan minyak goreng

m = (massa piknometer + minyak goreng) – (massa piknometer kosong)

V = volume minyak goreng

b. Pengukuran viskositas minyak goreng

Pengukuran viskositas minyak goreng menggunakan prinsip bola jatuh. Alat yang digunakan

yaitu tabung gelas panjang dilengkapi pembatas dari karet gelang di bagian atas dan bawah, dan kelereng.

Terlebih dahulu mengukur besaran-besaran yang diperlukan yaitu jari-jari dan massa kelereng kemudian menghitung massa jenisnya, massa jenis minyak goreng, dan suhu minyak goreng. Selanjutnya menghitung jarak tempuh yang diukur dari batas atas sampai batas bawah.

Ada tiga kelereng yang digunakan yaitu kelereng dengan ukuran besar, sedang, dan kecil. Setiap satu kelereng dihitung waktu tempuh sebanyak tiga kali.

Analisis dalam menentukan koefisien kekentalan menggunakan persamaan:

$$t = \frac{9\eta s}{2gr^2(\rho_B - \rho_F)}$$

dimana

t = waktu tempuh kelereng dari batas karet gelang atas sampai batas karet gelang bawah

η = viskositas

s = jarak antara batas karet gelang atas dan batas karet gelang bawah

g = gaya gravitasi bumi

r = jari-jari kelereng

ρ_B = massa jenis kelereng

ρ_F = massa jenis minyak goreng

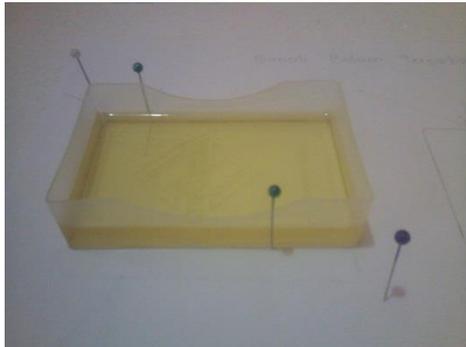
c. Pengukuran indeks bias minyak goreng

Pengukuran indeks bias menggunakan prinsip pembiasan pada kaca plan paralel. Alat yang digunakan yaitu tempat/wadah kartu nama sebagai ganti kaca plan paralel, sehingga minyak goreng dapat dituangkan pada wadah kartu nama tersebut kemudian dihitung indeks biasnya.

Langkah-langkah untuk mengukur indeks bias minyak goreng yaitu:

- 1) Meletakkan wadah kartu nama di atas kertas HVS dan menggambar segi empat dengan cara menggaris tepi wadah.
- 2) Menentukan sudut datang pada salah satu sisi wadah, sudut datang yang digunakan yaitu sudut 30° , 45° , dan 60° .
- 3) Mengisi wadah dengan minyak goreng yang akan diukur indeks biasnya.
- 4) Menancapkan dua jarum pentul di sudut datang, salah satunya menempel di sisi wadah.
- 5) Dari sisi berseberangan melihat dua jarum tadi sehingga berimpit. Menancapkan dua jarum lagi, salah satunya menempel di wadah. Keempat jarum tersebut harus terlihat berimpit antara satu dengan yang lainnya.

- 6) Menyingkirkan wadah kartu nama yang terisi minyak goreng, kemudian mencabut pula jarum-jarumnya.
- 7) Menghubungkan titik-titik lubang bekas jarum sehingga membentuk garis. Setelah itu membuat garis normal sisi wadah yang melewati titik lubang jarum.
- 8) Mengukur sudut datang dan sudut bias dengan menggunakan busur.



Gambar 3.13 Langkah mengukur indeks bias

Mengukur indeks bias berdasarkan hukum Snellius menggunakan persamaan:

$$n \sin \phi = n' \sin \phi' \quad \text{dan} \quad n' \sin \theta = n \sin \theta'$$

E. Teknik Analisis Data

Setelah semua data hasil pengujian diperoleh maka tahap selanjutnya adalah analisis data. Analisis data kualitatif bersifat induktif, yaitu suatu analisis berdasarkan data yang diperoleh,

selanjutnya dikembangkan menjadi hipotesis yang dirumuskan berdasarkan data-data tersebut.¹

Adapun teknik analisis yang digunakan adalah dengan statistik deskriptif. Statistik deskriptif adalah statistik yang digunakan untuk mendeskripsikan atau memberi gambaran terhadap objek yang diteliti melalui data sampel atau populasi sebagaimana adanya, tanpa melakukan analisis dan membuat kesimpulan yang berlaku untuk umum.²

Data yang diperoleh kemudian disajikan dalam bentuk tabel dan grafik. Grafik yang disajikan merupakan grafik yang menunjukkan hubungan antara viskositas dan indeks bias pada masing-masing minyak goreng.

¹ Sugiyono, *Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif Dan R & D*, (Bandung: Alfabeta, 2011), Hlm. 245.

² Prof. Dr. Sugiyono, *Statistik untuk Penelitian*, (Bandung: Alfabeta, 2007), Hlm. 29. Cet. 12.

BAB IV

DESKRIPSI DAN ANALISIS DATA

A. Deskripsi Data

1. Data minyak goreng hasil kuesioner

Minyak goreng yang digunakan dalam penelitian ini yaitu minyak goreng Bimoli, Sanco, dan Sania yang diperoleh dari hasil kuesioner 20 responden yang merupakan warga Mangunharjo RT 5 RW 4 Tugu Semarang. Ketiga merek minyak goreng tersebut merupakan minyak goreng yang mayoritas digunakan dari responden.

Masing-masing minyak goreng tersebut divariasikan menjadi tiga jenis yaitu minyak goreng yang belum dipakai, minyak goreng satu kali pakai, dan minyak goreng dua kali pakai. Selanjutnya, minyak goreng Bimoli disebut dengan minyak goreng A, minyak goreng Sanco disebut dengan minyak goreng B, dan minyak goreng Sania disebut dengan minyak goreng C.

2. Data massa jenis minyak goreng

Massa jenis masing-masing minyak goreng diukur menggunakan alat piknometer. Piknometer yang digunakan mempunyai volume 100 ml, dan massa piknometer yaitu 50,2 gram. Data yang diperlukan untuk menghitung massa jenis minyak goreng dapat dilihat pada tabel 4.1.

Tabel 4.1 Massa minyak goreng

No.	Jenis minyak goreng		Massa minyak goreng
1.	Minyak goreng A	Belum dipakai	92,5 gr
		Satu kali pakai	92,3 gr
		Dua kali pakai	91,7 gr
2.	Minyak goreng B	Belum dipakai	91,7 gr
		Satu kali pakai	91,5 gr
		Dua kali pakai	90,5 gr
3.	Minyak goreng C	Belum dipakai	91,6 gr
		Satu kali pakai	91,5 gr
		Dua kali pakai	90,3 gr

Perhitungan massa jenis minyak goreng menggunakan persamaan 4.1.

$$\rho = \frac{m}{V} \quad (4.1)$$

dimana m adalah massa minyak goreng yang diukur massa jenisnya, dan V adalah volume minyak goreng yang berarti sama dengan volume piknometer yaitu 100 ml.

Contoh perhitungan massa jenis minyak goreng

$$\rho = \frac{m}{V}$$

$$\rho = \frac{92,5 \cdot 10^{-3} \text{ kg}}{10^{-4} \text{ m}^3}$$

$$\rho = 925 \text{ kg/ m}^3$$

Hasil perhitungan massa jenis setiap minyak goreng ditunjukkan pada tabel 4.2.

Tabel 4.2 Nilai massa jenis minyak goreng

No.	Jenis minyak goreng	Massa jenis	
1.	Minyak goreng A	Belum dipakai	925 kg/m ³
		Satu kali pakai	923 kg/m ³
		Dua kali pakai	917 kg/m ³
2.	Minyak goreng B	Belum dipakai	917 kg/m ³
		Satu kali pakai	915 kg/m ³
		Dua kali pakai	905 kg/m ³
3.	Minyak goreng C	Belum dipakai	916 kg/m ³
		Satu kali pakai	915 kg/m ³
		Dua kali pakai	903 kg/m ³

3. Data viskositas minyak goreng

Pengukuran viskositas minyak goreng menggunakan prinsip bola jatuh. Alat yang digunakan yaitu tabung yang dilengkapi pembatas dari karet gelang (batas atas dan batas bawah), kelereng, mistar, jangka sorong, mikrometer sekrup, neraca, piknometer, dan stopwatch. Jarak yang digunakan antara batas karet gelang atas dan batas karet gelang bawah sama pada masing-masing minyak goreng yaitu 30 cm.

Data yang diperlukan untuk menghitung viskositas adalah sebagai berikut:

a. Massa jenis kelereng

Tabel 4.3 Data menghitung massa jenis kelereng

Kelereng ke	Massa	Diameter	Jari-jari	Volume
1	19 gr	2,372 cm	1,186 cm	6,98.10 ⁻⁶ m ³
2	6 gr	1,37 cm	0,685 cm	1,35.10 ⁻⁶ m ³
3	2,1 gr	0,581 cm	0,4255 cm	0,32.10 ⁻⁶ m ³

Nilai volume kelereng diperoleh menggunakan persamaan 4.2.

$$V = \frac{4}{3} \pi r^3 \quad (4.2)$$

dimana r adalah jari-jari kelereng yang dihitung volumenya.

Contoh perhitungan volume kelereng

$$V = \frac{4}{3} \pi r^3$$

$$V = \frac{4}{3} \cdot 3,14 \cdot (1,186 \cdot 10^{-2})^3$$

$$V = \frac{4}{3} \cdot 3,14 \cdot 1,668 \cdot 10^{-6}$$

$$V = 6,98 \cdot 10^{-6} \text{ m}^3$$

Perhitungan massa jenis minyak goreng menggunakan persamaan 4.3.

$$\rho = \frac{m}{V} \quad (4.3)$$

dimana m adalah massa kelereng dan V adalah volume kelereng.

Contoh perhitungan massa jenis kelereng

$$\rho = \frac{m}{V}$$

$$\rho = \frac{19 \cdot 10^{-3} \text{ kg}}{6,98 \cdot 10^{-6} \text{ m}^3}$$

$$\rho = 2720 \text{ kg/m}^3$$

Hasil perhitungan massa jenis setiap kelereng ditunjukkan pada tabel 4.4.

Tabel 4.4 Massa jenis kelereng

Kelereng ke	Massa jenis
1	2720 kg/m ³
2	4440 kg/m ³
3	6560 kg/m ³

- b. Waktu yang diperlukan ketiga kelereng untuk meluncur dari batas karet gelang atas sampai batas karet gelang bawah pada masing-masing minyak goreng.
4. Data indeks bias minyak goreng

Pengukuran indeks bias minyak goreng menggunakan prinsip pembiasan pada kaca planparalel. Alat yang digunakan yaitu wadah/tempat kartu nama, kertas HVS, sterfoam, jarum pentul, dan busur. Data yang diperlukan untuk perhitungan indeks bias yaitu nilai sudut datang dan nilai sudut bias. Sudut datang yang digunakan yaitu sudut 30°, 45°, dan 60°. Pada sudut datang 30°, data sudut bias dihitung sebanyak 3 kali untuk variasi data. Begitu pula untuk sudut datang 45° dan 60°, sudut bias dihitung sebanyak 3 kali untuk variasi data.

B. Analisis Data

1. Viskositas

Berikut ini perhitungan nilai viskositas minyak goreng berdasarkan persamaan yang telah dijelaskan di bab sebelumnya.

a. Minyak goreng A

Contoh perhitungan viskositas minyak goreng A yang belum dipakai adalah sebagai berikut

$$t = \frac{9 \eta s}{2 g r^2 (\rho_b - \rho_f)}$$
$$0,3 = \frac{9 \cdot \eta \cdot 0,3}{2 \cdot 10 \cdot (1,186 \cdot 10^{-2})^2 (2720 - 925)}$$
$$0,3 = \frac{2,7 \cdot \eta}{28,13 \cdot 10^{-4} (1795)}$$
$$0,3 = \frac{2,7 \cdot \eta}{5,157}$$
$$\eta = \frac{5,157 \cdot 0,3}{2,7}$$
$$\eta = 0,5730 \text{ Pa} \cdot \text{s}$$

Dalam perhitungan tersebut, kelereng yang digunakan dalam penelitian yaitu kelereng yang paling besar dengan $t = 0,3$ sekon.

Contoh perhitungan viskositas minyak goreng A belum dipakai, kelereng yang digunakan yaitu kelereng sedang dengan $t = 0,45$ sekon adalah sebagai berikut

$$t = \frac{9 \eta s}{2 g r^2 (\rho_b - \rho_f)}$$

$$0,45 = \frac{9 \cdot \eta \cdot 0,3}{2 \cdot 10 \cdot (0,685 \cdot 10^{-2})^2 (4440 - 925)}$$

$$0,45 = \frac{2,7 \cdot \eta}{9,3845 \cdot 10^{-4} (3515)}$$

$$0,45 = \frac{2,7 \cdot \eta}{3,2987}$$

$$\eta = \frac{3,2987 \cdot 0,45}{2,7}$$

$$\eta = 0,5500 \text{ Pa.s}$$

Contoh perhitungan viskositas minyak goreng A yang belum dipakai, kelereng yang digunakan yaitu kelereng paling kecil dengan $t = 0,69$ sekon adalah sebagai berikut:

$$t = \frac{9 \eta s}{2 g r^2 (\rho_b - \rho_f)}$$

$$0,69 = \frac{9 \cdot \eta \cdot 0,3}{2 \cdot 10 \cdot (0,4255 \cdot 10^{-2})^2 (6560 - 925)}$$

$$0,69 = \frac{2,7 \cdot \eta}{3,621 \cdot 10^{-4} (5635)}$$

$$0,69 = \frac{2,7 \cdot \eta}{2,0404}$$

$$\eta = \frac{2,0404 \cdot 0,69}{2,7}$$

$$\eta = 0,5214 \text{ Pa.s}$$

Berikut adalah tabel nilai viskositas minyak goreng A yang belum dipakai.

Tabel 4.5 Viskositas minyak goreng A belum dipakai

No.	X	\bar{x}	S_n	S_n^2
1.	0,5730	0,5400	0,0330	0,00108900
2.	0,5540		0,0140	0,00019600
3.	0,5157		- 0,0243	0,00059490
4.	0,5500		0,0100	0,00010000
5.	0,5620		0,0220	0,00048400
6.	0,5500		0,0100	0,00010000
7.	0,5214		- 0,0186	0,00034596
8.	0,5290		- 0,0110	0,00012100
9.	0,5060		- 0,0340	0,00115600
	$\Sigma x =$ 4,8610			$\Sigma S_n^2 =$ 0,00418686

$$\bar{x} = \frac{\Sigma x}{n} = \frac{4,8610}{9} = 0,5400$$

$$S_x = \sqrt{\frac{\Sigma S_n^2}{n(n-1)}} = \sqrt{\frac{0,00418686}{9(9-1)}}$$

$$= \sqrt{58,15 \cdot 10^{-6}} = 7,63 \cdot 10^{-3}$$

$$\text{kesalahan relatif} = \frac{S_x}{\bar{x}} \cdot 100 \%$$

$$= \frac{7,63 \cdot 10^{-3}}{0,54} \cdot 100 \%$$

$$= 1,41 \%$$

$$\text{ketelitian} = 100 \% - 1,41 \% = 98,59 \%$$

Data dan perhitungan dari contoh di atas dapat diketahui bahwa nilai viskositas minyak goreng A yang

belum dipakai adalah 0,5400 Pa.s dengan ketelitian perhitungan 98,59 %.

Selain contoh perhitungan di atas, pada perhitungan yang lain nilai viskositas minyak goreng A satu kali pakai yaitu 0,5400 Pa.s dengan ketelitian perhitungan 98,99 %. Sedangkan nilai viskositas minyak goreng A dua kali pakai yaitu 0,5430 Pa.s dengan ketelitian 99,05 %.

Minyak goreng A yang belum dipakai mempunyai nilai massa jenis paling besar dan minyak goreng A dua kali pakai mempunyai nilai massa jenis paling kecil. Sehingga nilai viskositas minyak goreng A dua kali pakai mempunyai nilai paling besar dari pada minyak goreng A yang belum dipakai dan satu kali pakai.

b. Minyak goreng B

Minyak goreng B belum dipakai mempunyai nilai viskositas 0,5430 Pa.s dengan ketelitian perhitungan 98,6 %, sedangkan nilai viskositas minyak goreng B satu kali pakai yaitu 0,546 Pa.s dengan ketelitian perhitungan 98,26 %, dan juga minyak goreng B dua kali pakai mempunyai nilai viskositas 0,5480 Pa.s dengan ketelitian perhitungan 98,52 %.

Minyak goreng B belum dipakai mempunyai nilai massa jenis paling besar dan minyak goreng B dua kali pakai mempunyai nilai massa jenis paling kecil sehingga

nilai viskositas paling besar yaitu terdapat pada minyak goreng dua kali pakai dan nilai viskositas paling kecil terdapat pada minyak goreng yang belum dipakai.

c. Minyak goreng C

Minyak goreng C yang belum dipakai mempunyai nilai viskositas 0,5420 Pa.s dengan ketelitian perhitungan 98,41 %, sedangkan minyak goreng C satu kali pakai mempunyai nilai viskositas 0,5500 Pa.s dengan ketelitian perhitungan 98,79 %, dan minyak goreng C dua kali pakai mempunyai nilai viskositas 0,5530 Pa.s dengan ketelitian perhitungan 98,73 %.

Minyak goreng C yang belum dipakai mempunyai nilai massa jenis paling besar dan minyak goreng C dua kali pakai mempunyai nilai massa jenis paling kecil, sehingga nilai viskositas minyak goreng C yang belum dipakai lebih kecil dibandingkan minyak goreng C satu kali pakai dan dua kali pakai, dan nilai viskositas paling besar yaitu terdapat pada minyak goreng C dua kali pakai.

Nilai massa jenis yang paling besar dari ketiga merek minyak goreng (minyak goreng A, minyak goreng B, dan minyak goreng C), yaitu terdapat pada minyak goreng yang belum dipakai dan nilai massa jenis paling kecil yaitu terdapat pada minyak goreng yang sudah dipakai dua kali. Minyak goreng dua kali pakai mempunyai nilai massa jenis paling kecil karena minyak goreng tersebut telah mengalami

pemanasan sehingga ikatan antar molekulnya berkurang dan menyebabkan massa jenis minyak goreng juga berkurang.

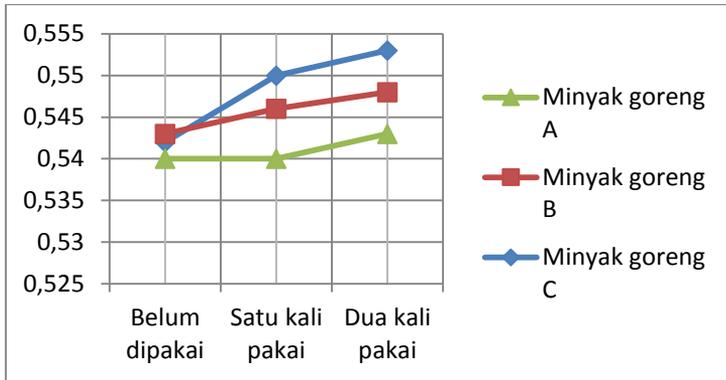
Berdasarkan perhitungan, nilai viskositas minyak goreng dapat dilihat pada tabel 4.6

Tabel 4.6 Nilai viskositas semua minyak goreng

Minyak goreng	Viskositas (Pa.s)		
	Belum dipakai	Satu kali pakai	Dua kali pakai
A	0,5400	0,5400	0,5430
B	0,5430	0,5460	0,5480
C	0,5420	0,5500	0,5530

Nilai viskositas minyak goreng dua kali pakai pada minyak goreng A, B, maupun C lebih tinggi daripada viskositas minyak goreng yang belum dipakai maupun minyak goreng yang sudah dipakai satu kali. Hal ini terjadi karena proses penggorengan minyak goreng dua kali pakai lebih lama daripada proses penggorengan minyak goreng satu kali pakai sehingga suhu dalam proses penggorengan meningkat dan menyebabkan nilai viskositasnya lebih tinggi.

Berdasarkan nilai viskositas masing-masing minyak goreng di atas dapat dibuat grafik sesuai dengan Gambar 4.1.



Gambar 4.1 Grafik nilai viskositas masing-masing minyak goreng

Berdasarkan grafik di atas dapat dilihat bahwa nilai viskositas masing-masing minyak goreng mengalami kenaikan setelah dipakai satu kali dan mengalami kenaikan lagi setelah dipakai dua kali. Minyak goreng yang kualitasnya lebih baik yaitu minyak goreng yang hanya mengalami sedikit kenaikan nilai viskositas setelah dipakai untuk menggoreng. Dari grafik tersebut, kualitas minyak goreng yang paling baik yaitu minyak goreng merek A.

2. Indeks Bias

Berikut ini perhitungan nilai indeks bias minyak goreng berdasarkan persamaan yang telah dijelaskan di bab sebelumnya.

a. Minyak goreng A

Contoh perhitungan nilai indeks bias pada minyak goreng A yang belum dipakai dengan sudut datang 30° adalah sebagai berikut

$$n_2 = \frac{n_1 \sin \theta_1}{\sin \theta_2}$$

$$n_2 = \frac{1 \sin 30^\circ}{\sin 20^\circ}$$

$$n_2 = \frac{1 \cdot 0,5}{0,345}$$

$$n_2 = 1,4500$$

Berikut ini adalah tabel nilai indeks bias minyak goreng yang belum dipakai

Tabel 4.7 Nilai indeks bias minyak goreng A belum dipakai

No.	x	\bar{x}	S_n	S_n^2
1.	1,4500	1,4342	0,0158	0,00024964
2.	1,4500		0,0158	0,00024964
3.	1,4500		0,0158	0,00024964
4.	1,4140		- 0,0202	0,00040804
5.	1,4140		- 0,0202	0,00040804
6.	1,4140		- 0,0202	0,00040804
7.	1,4385		0,0043	0,00001849
8.	1,4385		0,0043	0,00001849
9.	1,4385		0,0043	0,00001849
	$\Sigma x =$ 12,9075			$\Sigma S_n^2 =$ 0,00202851

$$\bar{x} = \frac{\Sigma x}{n} = \frac{12,9075}{9} = 1,4342$$

$$S_x = \sqrt{\frac{\Sigma S_n^2}{n(n-1)}} = \sqrt{\frac{0,00202851}{9(9-1)}}$$

$$= \sqrt{28,17 \cdot 10^{-6}} = 5,308 \cdot 10^{-3}$$

$$\begin{aligned}
 \text{kesalahan relatif} &= \frac{S_x}{\bar{x}} \cdot 100 \% \\
 &= \frac{5,308 \cdot 10^{-3}}{1,4342} \cdot 100 \% \\
 &= 0,32 \%
 \end{aligned}$$

$$\text{ketelitian} = 100 \% - 0,32 \% = 99,63 \%$$

Data dan perhitungan di atas menunjukkan bahwa nilai indeks bias minyak goreng A yang belum dipakai adalah 1,4342 dengan ketelitian perhitungan 99,63 %. Sedangkan nilai indeks bias minyak goreng A satu kali pakai yaitu 1,4456 dengan ketelitian perhitungan 99,41 %, dan nilai indeks bias minyak goreng A dua kali pakai 1,5000 dengan ketelitian perhitungan 99,25 %.

Menggunakan sudut datang yang sama antara minyak goreng A belum dipakai, satu kali pakai, dan dua kali pakai yaitu 30°, 45°, dan 60°, pada minyak goreng A dua kali pakai mempunyai sudut bias paling kecil daripada minyak goreng yang belum dipakai dan minyak goreng satu kali pakai, sehingga nilai indeks bias minyak goreng dua kali pakai adalah yang paling besar daripada minyak goreng yang belum dipakai dan minyak goreng satu kali pakai.

b. Minyak goreng B

Minyak goreng B yang belum dipakai mempunyai nilai indeks bias 1,4342 dengan ketelitian perhitungan

99,63 %, sedangkan nilai indeks bias minyak goreng B satu kali pakai yaitu 1,4602 dengan ketelitian perhitungan 99,77 %, dan nilai indeks bias minyak goreng B dua kali pakai yaitu 1,5166 dengan ketelitian perhitungan 99,72 %.

Menggunakan sudut datang yang sama, pada minyak goreng B dua kali pakai mempunyai sudut bias paling kecil daripada minyak goreng B yang belum dipakai maupun dua kali pakai, sehingga nilai indeks bias paling besar terdapat pada minyak goreng B dua kali pakai dan indeks bias paling kecil terdapat pada minyak goreng B yang belum dipakai.

c. Minyak goreng C

Minyak goreng C yang belum dipakai mempunyai nilai indeks bias 1,4342 dengan ketelitian perhitungan 99,63 %, sedangkan minyak goreng C satu kali pakai mempunyai nilai indeks bias 1,4062 dengan ketelitian perhitungan 99,77 %, dan minyak goreng C dua kali pakai mempunyai nilai indeks bias 1,5000 dengan ketelitian perhitungan 99,25 %.

Menggunakan sudut datang yang sama, pada minyak goreng C dua kali pakai mempunyai nilai sudut bias terkecil daripada minyak goreng C belum dipakai maupun minyak goreng C satu kali pakai. Sehingga nilai indeks bias terbesar terdapat pada minyak goreng C dua

kali pakai dan nilai indeks bias terkecil terdapat pada minyak goreng C yang belum dipakai.

Berdasarkan perhitungan, nilai indeks bias minyak goreng dapat dilihat pada tabel 4.8

Tabel 4.8 Nilai indeks bias semua minyak goreng

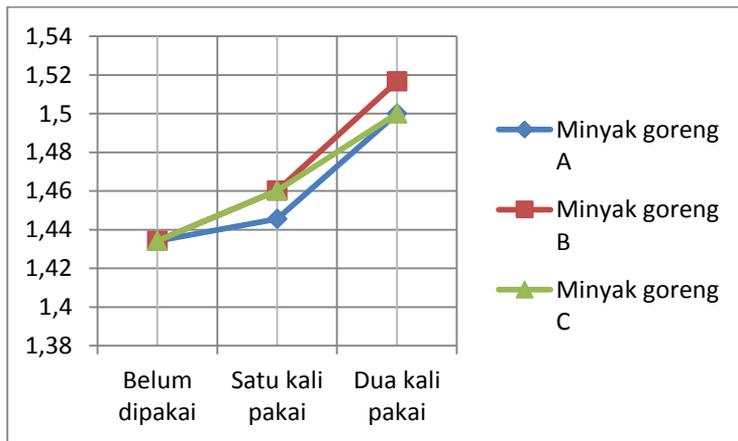
Minyak goreng	Indeks bias		
	Belum dipakai	Satu kali pakai	Dua kali pakai
A	1,4342	1,4456	1,5000
B	1,4342	1,4602	1,5166
C	1,4342	1,4602	1,5000

Nilai indeks bias dari ketiga minyak goreng (minyak goreng A, minyak goreng B, dan minyak goreng C) pada minyak goreng yang belum dipakai adalah sama yaitu 1,4342. Nilai indeks bias minyak goreng B dan C satu kali pakai juga sama yaitu 1,4602, sedangkan minyak goreng A satu kali pakai mempunyai nilai indeks bias 1,4456. Nilai indeks bias minyak goreng A dan C dua kali pakai juga mempunyai nilai yang sama yaitu 1,5000, sedangkan minyak goreng B dua kali pakai mempunyai nilai 1,5166.

Masing-masing minyak goreng terdapat kesamaan yang lain yaitu minyak goreng yang sudah digunakan dua kali mempunyai nilai indeks bias yang paling besar daripada minyak goreng yang belum dipakai maupun satu kali pakai, dan juga minyak goreng yang belum dipakai mempunyai nilai indeks bias yang paling kecil daripada minyak goreng satu kali pakai maupun minyak goreng dua kali pakai.

Nilai indeks bias minyak goreng yang memenuhi standar mutu yaitu berkisar antara 1,4565-1,4585. Minyak goreng B dan C satu kali pakai, serta ketiga minyak goreng dua kali pakai mempunyai nilai indeks bias melebihi nilai indeks bias yang ditetapkan. Hal ini terjadi karena pada proses penggorengan menggunakan suhu yang tinggi, sehingga indeks bias juga semakin tinggi.

Berdasarkan perhitungan indeks bias masing-masing minyak goreng di atas dapat dibuat tabel sesuai dengan gambar 4.2.



Gambar 4.2 Grafik nilai indeks bias masing-masing minyak goreng

Berdasarkan grafik pada Gambar 4.2, dapat dilihat bahwa nilai indeks bias masing-masing minyak goreng mengalami kenaikan setelah dipakai satu kali dan juga setelah dipakai dua kali. Kenaikan indeks bias terjadi disebabkan adanya reaksi kompleks yang terjadi selama proses

penggorengan seperti pelarutan lemak dari bahan pangan yang digoreng.

Minyak goreng yang baik yaitu minyak goreng yang hanya mengalami sedikit peningkatan nilai indeks bias setelah digunakan untuk menggoreng. Berdasarkan grafik dapat dilihat bahwa minyak goreng yang mempunyai kualitas baik adalah minyak goreng A.

BAB V

PENUTUP

A. Kesimpulan

Berdasarkan penelitian skripsi yang telah dilakukan, dapat diperoleh kesimpulan sebagai berikut:

1. Nilai viskositas minyak goreng A belum dipakai dan satu kali pakai yaitu 0,5400 Pa.s, sedangkan dua kali pakai yaitu 0,5430 Pa.s. Nilai viskositas minyak goreng B belum dipakai yaitu 0,5430 Pa.s, satu kali pakai yaitu 0,5460 Pa.s, dan dua kali pakai yaitu 0,5480 Pa.s. Nilai viskositas minyak goreng C belum dipakai yaitu 0,5420 Pa.s, satu kali pakai yaitu 0,5500 Pa.s, dan dua kali pakai yaitu 0,5530 Pa.s. Minyak goreng A, B, maupun C yang mempunyai nilai viskositas terkecil yaitu minyak goreng yang belum dipakai, dan minyak goreng yang mempunyai nilai viskositas terbesar yaitu minyak goreng dua kali pakai.
2. Nilai indeks bias pada minyak goreng A, B, dan C yang belum dipakai adalah sama yaitu 1,4342. Nilai indeks bias minyak goreng B dan C satu kali pakai juga sama yaitu 1,4602, sedangkan minyak goreng A satu kali pakai mempunyai nilai indeks bias 1,4456. Nilai indeks bias minyak goreng A dan C dua kali pakai juga mempunyai nilai yang sama yaitu 1,500, sedangkan minyak goreng B dua kali pakai mempunyai nilai 1,5166. Minyak goreng A, B, maupun C yang mempunyai

nilai indeks bias terkecil yaitu minyak goreng yang belum dipakai, dan minyak goreng yang mempunyai nilai indeks bias terbesar yaitu minyak goreng dua kali pakai.

3. Berdasarkan penelitian yang dilakukan, kualitas minyak goreng yang paling baik adalah minyak goreng A. Hal tersebut dikarenakan pada minyak goreng A setelah satu kali dan dua kali pakai mempunyai nilai viskositas dan indeks bias dengan kenaikan paling minimum dibandingkan dengan minyak goreng B dan minyak goreng C.

B. Saran

Berlandaskan penelitian yang telah dilakukan, terdapat beberapa saran sebagai berikut:

1. Sebaiknya tidak menggunakan minyak goreng berkali-kali untuk penggorengan karena dapat merusak sifat fisiko-kimia minyak goreng tersebut dan dapat mempengaruhi mutu dan nilai gizi bahan pangan yang digoreng.
2. Jika dilakukan penelitian lanjutan, dapat dilakukan dengan alat pengukuran viskositas dan indeks bias yang lain, minyak goreng dengan merek lain, ataupun minyak goreng yang sudah dipakai lebih dari dua kali.

DAFTAR PUSTAKA

- Daryanto, *Fisika Teknik*, Jakarta: PT Asdi Mahasatya, 2003.
- Dema, John M., *Kimia Makanan*, terj. Kosasih Padmawinata, Bandung: Penerbit ITB, 1997.
- Ketaren, S., *Pengantar Teknologi Minyak dan Lemak Pangan*, Jakarta: UI Press, 1986.
- , *Pengantar Teknologi Minyak dan Lemak Pangan*, Jakarta: UI Press, 2012.
- KMN 51006012, *Makan Sehat Hidup Sehat*, Jakarta Buku Kompas, 2006.
- R, Aden, *Menjalani Pola & Gaya Hidup Sehat*, Yogyakarta: Hanggar Kreator, 2010.
- Sarojo, Ganijanti Aby, *Gelombang dan Optika*, Jakarta: Salemba Teknik, 2011.
- Seto, Sagung, *Pangan dan Gizi*, Bogor: Institut Pertanian Bogor, 2001.
- Sibuea, Posman, *Minyak Kelapa Sawit*, Jakarta: Penerbit Erlangga, 2014.
- Soedjojo, Peter, *Azas-Azas Ilmu Fisika: Optika*, Yogyakarta: Gadjah Mada University Press, 1992.
- , *Fisika Dasar*, Yogyakarta: CV Andi Offset, 2004.
- Sugiyono, *Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif Dan R & D*, Bandung: Alfabeta, 2011.
- , *Statistik untuk Penelitian*, Bandung: Alfabeta, 2007.

Sutrisno, *Fisika Dasar: Mekanika*, Bandung: Penerbit ITB, 1997.

Streeter, Victor L., *Mekanika Fluida Jilid 2*, Jakarta: Penerbit Erlangga, 1985.

Tim Penulis PS, *Kelapa Sawit*, Jakarta: Penebar Swadaya, 2000.

Tipler, Paul A., *Fisika*, Terj. Lee Prasetio, Jakarta: Erlangga, 1998.

Winarno, F.G., *Kimia Pangan dan Gizi*, Jakarta: PT Gramedia, 1984.

Lampiran 1 : Data minyak goreng hasil kuesioner

KUESINONER PENGGUNAAN MINYAK GORENG

No.	Nama	Minyak Goreng yang Digunakan	Penggunaan Minyak Goreng (sekali/berulang kali pakai)
1.	Istianah	Rose Brand	Berulang kali
2.	Dewi Mega Ianda	Bimoli	Berulang kali
3.	Embarwati	Sanco	Berulang kali
4.	Fenita Enggraeni	Sanco	Berulang kali
5.	Thohirotun	Sania	Berulang kali
6.	Jumaeroh	Fortune	Berulang kali
7.	Tuminah	Fortune	Berulang kali
8.	Atiyah	Bimoli	Berulang kali
9.	Khoirul Istiani	Bimoli	Berulang kali
10.	Dewi Maryana	Sanco	Berulang kali
11.	Nafi'ah	Minyak Goreng Curah	Berulang kali
12.	Jamilatun	Sania	Berulang kali
13.	Sugati	Minyak Goreng Curah	Berulang kali
14.	Yuniarti Khoiriyah	Bimoli	Berulang kali
15.	Siti Asiyah	Bimoli	Berulang kali
16.	Salbiyah	Sovia	Berulang kali
17.	Wahyuti	Sania	Berulang kali
18.	Amanah	Minyak Goreng Curah	Berulang kali
19.	Nikmatul Aliyah	Sanco	Berulang kali
20.	Muflihah	Sania	Berulang kali

Lampiran 2 : Data perhitungan viskositas minyak goreng

DATA VISKOSITAS

A. Menentukan Rapat Massa Minyak Goreng Dengan Piknometer

Volume piknometer = 100 ml

Massa piknometer = 50,2 gram

Minyak goreng	Massa minyak goreng + piknometer	Massa minyak goreng
A belum terpakai	142,7 gr	92,5 gr
A satu kali pakai	142,5 gr	92,3 gr
A dua kali pakai	141,9 gr	91,7 gr
B belum terpakai	141,9 gr	91,7 gr
B satu kali pakai	141,7 gr	91,5 gr
B dua kali pakai	140,7 gr	90,5 gr
C belum terpakai	141,8 gr	91,6 gr
C satu kali pakai	141,7 gr	91,5 gr
C dua kali pakai	140,5 gr	90,3 gr

B. Menentukan Rapat Massa Bola/Kelereng

Kelereng ke	Massa	Diameter	Jari-jari	Volume
1	19 gr	2,372 cm	1,186 cm	$6,98 \cdot 10^{-6} \text{ m}^3$
2	6 gr	1,37 cm	0,685 cm	$1,35 \cdot 10^{-6} \text{ m}^3$
3	2,1 gr	0,581 cm	0,4255 cm	$0,32 \cdot 10^{-6} \text{ m}^3$

C. Menentukan Koefisien Viskositas Minyak Goreng

1. Minyak goreng A

a. Belum terpakai

No.	Bola ke-	Jarak (cm)	Waktu (s)
1.	1	30 cm	0,30
2.			0,29

3.			0,27
4.	2		0,45
5.			0,46
6.			0,45
7.			0,69
8.	3		0,70
9.			0,67

b. Satu kali pakai

No.	Bola ke-	Jarak (cm)	Waktu (s)
1.	1	30 cm	0,29
2.			0,30
3.			0,28
4.	2		0,45
5.			0,46
6.			0,44
7.	3		0,71
8.			0,68
9.			0,70

c. Dua kali pakai

No.	Bola ke-	Jarak (cm)	Waktu (s)
1.	1	30 cm	0,29
2.			0,30
3.			0,28
4.	2		0,46
5.			0,45
6.			0,45
7.	3		0,70
8.			0,69
9.			0,71

2. Minyak goreng B

a. Belum terpakai

No.	Bola ke-	Jarak (cm)	Waktu (s)
1.	1	30 cm	0,29
2.			0,30
3.			0,27
4.	2		0,45
5.			0,44
6.			0,47
7.	3		0,69
8.			0,71
9.			0,68

b. Satu kali pakai

No.	Bola ke-	Jarak (cm)	Waktu (s)
1.	1	30 cm	0,28
2.			0,27
3.			0,31
4.	2		0,46
5.			0,45
6.			0,48
7.	3		0,70
8.			0,68
9.			0,72

c. Dua kali pakai

No.	Bola ke-	Jarak (cm)	Waktu (s)
1.	1	30 cm	0,29
2.			0,31
3.			0,28
4.	2		0,45
5.			0,47
6.			0,46

7.	3		0,71
8.			0,68
9.			0,69

3. Minyak goreng C

a. Belum terpakai

No.	Bola ke-	Jarak (cm)	Waktu (s)
1.	1	30 cm	0,28
2.			0,27
3.			0,31
4.	2		0,45
5.			0,47
6.			0,45
7.	3		0,70
8.			0,71
9.			0,68

b. Satu kali pakai

No.	Bola ke-	Jarak (cm)	Waktu (s)
1.	1	30 cm	0,29
2.			0,30
3.			0,29
4.	2		0,48
5.			0,45
6.			0,46
7.	3		0,71
8.			0,70
9.			0,69

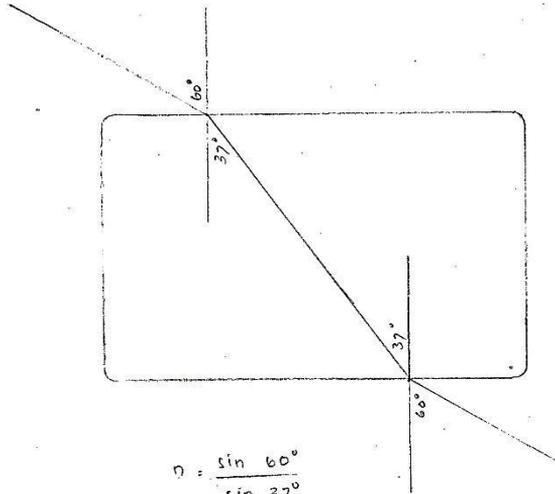
c. Minyak goreng sania dua kali pakai

No.	Bola ke-	Jarak (cm)	Waktu (s)
1.	1	30 cm	0,28
2.			0,30

3.			0,30
4.	2		0,45
5.			0,48
6.			0,46
7.			0,72
8.	3		0,69
9.			0,71

Lampiran 3 : Gambar perhitungan indeks bias minyak goreng

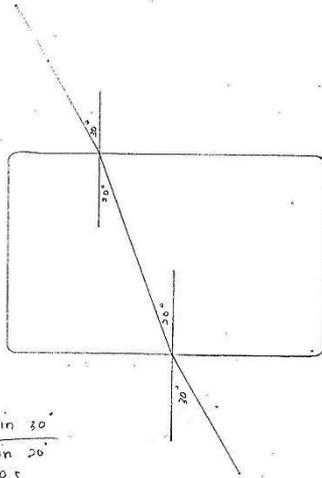
Bimoli Belum Terpaksi



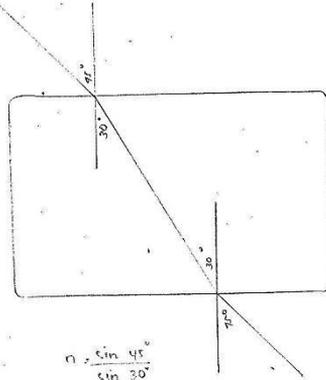
$$n_1 = \frac{4,3025}{3} = 1,4342$$

$$n = \frac{\sin 60^\circ}{\sin 37^\circ} = \frac{0,866}{0,602} = 1,4385$$

Bimoli Satu kali Pakai



$$n = \frac{\sin 30^\circ}{\sin 20^\circ} = \frac{0,5}{0,342} = 1,45$$



$$n = \frac{\sin 45^\circ}{\sin 30^\circ} = \frac{0,707}{0,5} = 1,414$$

Lampiran 4 : Data perhitungan indeks bias

INDEKS BIAS

1. Minyak Goreng A

a. Belum Terpakai

No.	Sudut datang	Sudut bias
1.	30°	20°
		20°
		20°
2.	45°	30°
		30°
		30°
3.	60°	37°
		37°
		37°

b. Satu Kali Pakai

No.	Sudut datang	Sudut bias
1.	30°	20°
		20°
		20°
2.	45°	30°
		30°
		30°
3.	60°	36°
		36°
		36°

c. Dua Kali Pakai

No.	Sudut datang	Sudut bias
1.	30°	19°
		19°

		19°
2.	45°	29°
		29°
		29°
		29°
3.	60°	35°
		35°
		35°

2. Minyak Goreng B

a. Belum Terpakai

No.	Sudut datang	Sudut bias
1.	30°	20°
		20°
		20°
2.	45°	30°
		30°
		30°
3.	60°	37°
		37°
		37°

b. Satu Kali Pakai

No.	Sudut datang	Sudut bias
1.	30°	20°
		20°
		20°
2.	45°	29°
		29°
		29°
3.	60°	36°
		36°
		36°

c. Dua Kali Pakai

No.	Sudut datang	Sudut bias
1.	30°	19°
		19°
		19°
2.	45°	28°
		28°
		28°
3.	60°	35°
		35°
		35°

3. Minyak Goreng C

a. Belum Terpakai

No.	Sudut datang	Sudut bias
1.	30°	20°
		20°
		20°
2.	45°	30°
		30°
		30°
3.	60°	37°
		37°
		37°

b. Satu Kali Pakai

No.	Sudut datang	Sudut bias
1.	30°	20°
		20°
		20°
2.	45°	29°
		29°
		29°

3.	60°	36°
		36°
		36°

c. Dua Kali Pakai

No.	Sudut datang	Sudut bias
1.	30°	19°
		19°
		19°
2.	45°	29°
		29°
		29°
3.	60°	35°
		35°
		35°

Lampiran 5 : Perhitungan massa jenis minyak goreng

MASSA JENIS MINYAK GORENG

1. Minyak Goreng A

a. Belum dipakai

$$\rho = \frac{m}{V}$$

$$\rho = \frac{92,5 \cdot 10^{-3} \text{ kg}}{10^{-4} \text{ m}^3}$$

$$\rho = 925 \text{ kg/m}^3$$

b. Satu Kali Pakai

$$\rho = \frac{m}{V}$$

$$\rho = \frac{92,3 \cdot 10^{-3} \text{ kg}}{10^{-4} \text{ m}^3}$$

$$\rho = 923 \text{ kg/m}^3$$

c. Dua Kali Pakai

$$\rho = \frac{m}{V}$$

$$\rho = \frac{91,7 \cdot 10^{-3} \text{ kg}}{10^{-4} \text{ m}^3}$$

$$\rho = 917 \text{ kg/m}^3$$

2. Minyak Goreng B

a. Belum Dipakai

$$\rho = \frac{m}{V}$$

$$\rho = \frac{91,7 \cdot 10^{-3} \text{ kg}}{10^{-4} \text{ m}^3}$$

$$\rho = 917 \text{ kg/m}^3$$

b. Satu Kali Pakai

$$\rho = \frac{m}{V}$$

$$\rho = \frac{91,5 \cdot 10^{-3} \text{ kg}}{10^{-4} \text{ m}^3}$$

$$\rho = 915 \text{ kg/m}^3$$

c. Dua Kali Pakai

$$\rho = \frac{m}{V}$$

$$\rho = \frac{90,5 \cdot 10^{-3} \text{ kg}}{10^{-4} \text{ m}^3}$$

$$\rho = 905 \text{ kg/m}^3$$

3. Minyak Goreng C

a. Belum Dipakai

$$\rho = \frac{m}{V}$$

$$\rho = \frac{91,6 \cdot 10^{-3} \text{ kg}}{10^{-4} \text{ m}^3}$$

$$\rho = 916 \text{ kg/m}^3$$

b. Satu Kali Pakai

$$\rho = \frac{m}{V}$$

$$\rho = \frac{91,5 \cdot 10^{-3} \text{ kg}}{10^{-4} \text{ m}^3}$$

$$\rho = 915 \text{ kg/m}^3$$

c. Dua Kali Pakai

$$\rho = \frac{m}{V}$$

$$\rho = \frac{90,3 \cdot 10^{-3} \text{ kg}}{10^{-4} \text{ m}^3}$$

$$\rho = 903 \text{ kg/m}^3$$

Lampiran 6 : Perhitungan volume kelereng

VOLUME KELERENG

Kelereng 1

$$V = \frac{4}{3} \pi r^3$$

$$V = \frac{4}{3} \cdot 3,14 \cdot (1,186 \cdot 10^{-2})^3$$

$$V = \frac{4}{3} \cdot 3,14 \cdot 1,668 \cdot 10^{-6}$$

$$V = 6,98 \cdot 10^{-6} m^3$$

Kelereng 2

$$V = \frac{4}{3} \pi r^3$$

$$V = \frac{4}{3} \cdot 3,14 \cdot (0,685 \cdot 10^{-2})^3$$

$$V = \frac{4}{3} \cdot 3,14 \cdot 0,321 \cdot 10^{-6}$$

$$V = 1,35 \cdot 10^{-6} m^3$$

Kelereng 3

$$V = \frac{4}{3} \pi r^3$$

$$V = \frac{4}{3} \cdot 3,14 \cdot (0,4255 \cdot 10^{-2})^3$$

$$V = \frac{4}{3} \cdot 3,14 \cdot 0,077 \cdot 10^{-6}$$

$$V = 0,32 \cdot 10^{-6} m^3$$

Lampiran 7 : Perhitungan massa jenis kelereng

MASSA JENIS KELERENG

Kelereng 1

$$\rho = \frac{m}{V}$$

$$\rho = \frac{19 \cdot 10^{-3} \text{ kg}}{6,98 \cdot 10^{-6} \text{ m}^3}$$

$$\rho = 2720 \text{ kg/m}^3$$

Kelereng 2

$$\rho = \frac{m}{V}$$

$$\rho = \frac{6 \cdot 10^{-3} \text{ kg}}{1,35 \cdot 10^{-6} \text{ m}^3}$$

$$\rho = 4440 \text{ kg/m}^3$$

Kelereng 3

$$\rho = \frac{m}{V}$$

$$\rho = \frac{2,1 \cdot 10^{-3} \text{ kg}}{0,32 \cdot 10^{-6} \text{ m}^3}$$

$$\rho = 6560 \text{ kg/m}^3$$

NILAI VISKOSITAS

1. Minyak goreng A

a. Belum terpakai

Bola besar

- $t = 0,3 \text{ s}$

$$t = \frac{9 \eta s}{2 g r^2 (\rho_b - \rho_f)}$$
$$0,3 = \frac{9 \cdot \eta \cdot 0,3}{2 \cdot 10 \cdot (1,186 \cdot 10^{-2})^2 (2720 - 925)}$$
$$0,3 = \frac{2,7 \cdot \eta}{28,13 \cdot 10^{-4} (1795)}$$
$$0,3 = \frac{2,7 \cdot \eta}{5,157}$$
$$\eta = \frac{5,157 \cdot 0,3}{2,7}$$
$$\eta = 0,5730 \text{ Pa} \cdot \text{s}$$

- $t = 0,29 \text{ s}$

$$\eta = \frac{5,157 \cdot 0,29}{2,7} = 0,5540 \text{ Pa} \cdot \text{s}$$

- $t = 0,27 \text{ s}$

$$\eta = \frac{5,157 \cdot 0,27}{2,7} = 0,5157 \text{ Pa} \cdot \text{s}$$

Bola Sedang

- $t = 0,45 \text{ s}$

$$t = \frac{9 \eta s}{2 g r^2 (\rho_b - \rho_f)}$$

$$0,45 = \frac{9 \cdot \eta \cdot 0,3}{2 \cdot 10 \cdot (0,685 \cdot 10^{-2})^2 (4440 - 925)}$$

$$0,45 = \frac{2,7 \cdot \eta}{9,3845 \cdot 10^{-4} (3515)}$$

$$0,45 = \frac{2,7 \cdot \eta}{3,2987}$$

$$\eta = \frac{3,2987 \cdot 0,45}{2,7}$$

$$\eta = 0,5500 \text{ Pa} \cdot \text{s}$$

- $t = 0,46 \text{ s}$

$$\eta = \frac{3,2987 \cdot 0,46}{2,7} = 0,5620 \text{ Pa} \cdot \text{s}$$

- $t = 0,45 \text{ s}$

$$\eta = \frac{3,2987 \cdot 0,45}{2,7} = 0,5500 \text{ Pa} \cdot \text{s}$$

Bola kecil

- $t = 0,69 \text{ s}$

$$t = \frac{9 \eta s}{2 g r^2 (\rho_b - \rho_f)}$$

$$0,69 = \frac{9 \cdot \eta \cdot 0,3}{2 \cdot 10 \cdot (0,4255 \cdot 10^{-2})^2 (6560 - 925)}$$

$$0,69 = \frac{2,7 \cdot \eta}{3,621 \cdot 10^{-4} (5635)}$$

$$0,69 = \frac{2,7 \cdot \eta}{2,0404}$$

$$\eta = \frac{2,0404 \cdot 0,69}{2,7}$$

$$\eta = 0,5214 \text{ Pa} \cdot \text{s}$$

- $t = 0,7 \text{ s}$

$$\eta = \frac{2,0404 \cdot 0,7}{2,7} = 0,5290 \text{ Pa} \cdot \text{s}$$
- $t = 0,67 \text{ s}$

$$\eta = \frac{2,0404 \cdot 0,67}{2,7} = 0,5060 \text{ Pa} \cdot \text{s}$$

b. Satu kali pakai
 Bola besar

- $t = 0,29 \text{ s}$

$$t = \frac{9 \eta s}{2 g r^2 (\rho_b - \rho_f)}$$

$$0,29 = \frac{9 \cdot \eta \cdot 0,3}{2 \cdot 10 \cdot (1,186 \cdot 10^{-2})^2 (2720 - 923)}$$

$$0,29 = \frac{2,7 \cdot \eta}{28,13 \cdot 10^{-4} (1797)}$$

$$0,29 = \frac{2,7 \cdot \eta}{5,056}$$

$$\eta = \frac{5,056 \cdot 0,29}{2,7}$$

$$\eta = 0,5430 \text{ Pa} \cdot \text{s}$$
- $t = 0,3 \text{ s}$

$$\eta = \frac{5,056 \cdot 0,3}{2,7} = 0,5620 \text{ Pa} \cdot \text{s}$$
- $t = 0,28 \text{ s}$

$$\eta = \frac{5,056 \cdot 0,28}{2,7} = 0,5240 \text{ Pa} \cdot \text{s}$$

Bola Sedang

- $t = 0,45 \text{ s}$

$$t = \frac{9 \eta s}{2 g r^2 (\rho_b - \rho_f)}$$

$$0,45 = \frac{9 \cdot \eta \cdot 0,3}{2 \cdot 10 \cdot (0,685 \cdot 10^{-2})^2 (4440 - 923)}$$

$$0,45 = \frac{2,7 \cdot \eta}{9,3845 \cdot 10^{-4} (3517)}$$

$$0,45 = \frac{2,7 \cdot \eta}{3,3005}$$

$$\eta = \frac{3,3005 \cdot 0,45}{2,7}$$

$$\eta = 0,5500 \text{ Pa} \cdot \text{s}$$

- $t = 0,46 \text{ s}$

$$\eta = \frac{3,3005 \cdot 0,46}{2,7} = 0,5620 \text{ Pa} \cdot \text{s}$$

- $t = 0,44 \text{ s}$

$$\eta = \frac{3,3005 \cdot 0,44}{2,7} = 0,5380 \text{ Pa} \cdot \text{s}$$

Bola kecil

- $t = 0,71 \text{ s}$

$$t = \frac{9 \eta s}{2 g r^2 (\rho_b - \rho_f)}$$

$$0,71 = \frac{9 \cdot \eta \cdot 0,3}{2 \cdot 10 \cdot (0,4255 \cdot 10^{-2})^2 (6560 - 923)}$$

$$0,71 = \frac{2,7 \cdot \eta}{3,621 \cdot 10^{-4} (5637)}$$

$$0,71 = \frac{2,7 \cdot \eta}{2,0412}$$

$$\eta = \frac{2,0412 \cdot 0,71}{2,7}$$

$$\eta = 0,5370 \text{ Pa.s}$$

- $t = 0,68 \text{ s}$

$$\eta = \frac{2,0412 \cdot 0,68}{2,7} = 0,5140 \text{ Pa.s}$$

- $t = 0,7 \text{ s}$

$$\eta = \frac{2,0412 \cdot 0,7}{2,7} = 0,5290 \text{ Pa.s}$$

c. Dua kali pakai
Bola besar

- $t = 0,29 \text{ s}$

$$t = \frac{9 \eta s}{2 g r^2 (\rho_b - \rho_f)}$$

$$0,29 = \frac{9 \cdot \eta \cdot 0,3}{2 \cdot 10 \cdot (1,186 \cdot 10^{-2})^2 (2720 - 917)}$$

$$0,29 = \frac{2,7 \cdot \eta}{28,13 \cdot 10^{-4} (1803)}$$

$$0,29 = \frac{2,7 \cdot \eta}{5,0718}$$

$$\eta = \frac{5,0718 \cdot 0,29}{2,7}$$

$$\eta = 0,5450 \text{ Pa.s}$$

- $t = 0,3 \text{ s}$

$$\eta = \frac{5,0718 \cdot 0,3}{2,7} = 0,5640 \text{ Pa.s}$$

- $t = 0,28 \text{ s}$

$$\eta = \frac{5,0718 \cdot 0,28}{2,7} = 0,5260 \text{ Pa} \cdot \text{s}$$

Bola Sedang

- $t = 0,46 \text{ s}$

$$t = \frac{9 \eta s}{2 g r^2 (\rho_b - \rho_f)}$$

$$0,46 = \frac{9 \cdot \eta \cdot 0,3}{2 \cdot 10 \cdot (0,685 \cdot 10^{-2})^2 (4440 - 917)}$$

$$0,46 = \frac{2,7 \cdot \eta}{9,3845 \cdot 10^{-4} (3523)}$$

$$0,46 = \frac{2,7 \cdot \eta}{3,3062}$$

$$\eta = \frac{3,3062 \cdot 0,46}{2,7}$$

$$\eta = 0,5630 \text{ Pa} \cdot \text{s}$$

- $t = 0,45 \text{ s}$

$$\eta = \frac{3,3062 \cdot 0,45}{2,7} = 0,5510 \text{ Pa} \cdot \text{s}$$

- $t = 0,45 \text{ s}$

$$\eta = \frac{3,3062 \cdot 0,45}{2,7} = 0,5510 \text{ Pa} \cdot \text{s}$$

Bola kecil

- $t = 0,7 \text{ s}$

$$t = \frac{9 \eta s}{2 g r^2 (\rho_b - \rho_f)}$$

$$0,7 = \frac{9 \cdot \eta \cdot 0,3}{2 \cdot 10 \cdot (0,4255 \cdot 10^{-2})^2 (6560 - 917)}$$

$$0,7 = \frac{2,7 \cdot \eta}{3,621 \cdot 10^{-4}(56437)}$$

$$0,7 = \frac{2,7 \cdot \eta}{2,0433}$$

$$\eta = \frac{2,0433 \cdot 0,7}{2,7}$$

$$\eta = 0,5300 \text{ Pa} \cdot \text{s}$$

- $t = 0,69 \text{ s}$

$$\eta = \frac{2,0433 \cdot 0,69}{2,7} = 0,5220 \text{ Pa} \cdot \text{s}$$

- $t = 0,71 \text{ s}$

$$\eta = \frac{2,0433 \cdot 0,71}{2,7} = 0,5370 \text{ Pa} \cdot \text{s}$$

2. Minyak goreng B

a. Belum terpakai

Bola besar

- $t = 0,29 \text{ s}$

$$t = \frac{9 \eta s}{2 g r^2 (\rho_b - \rho_f)}$$

$$0,29 = \frac{9 \cdot \eta \cdot 0,3}{2 \cdot 10 \cdot (1,186 \cdot 10^{-2})^2 (2720 - 917)}$$

$$0,29 = \frac{2,7 \cdot \eta}{28,13 \cdot 10^{-4} (1803)}$$

$$0,29 = \frac{2,7 \cdot \eta}{5,0718}$$

$$\eta = \frac{5,0718 \cdot 0,29}{2,7}$$

$$\eta = 0,5450 \text{ Pa} \cdot \text{s}$$

- $t = 0,3 \text{ s}$

$$\eta = \frac{5,0718 \cdot 0,3}{2,7} = 0,5640 \text{ Pa.s}$$
- $t = 0,27 \text{ s}$

$$\eta = \frac{5,0718 \cdot 0,27}{2,7} = 0,5070 \text{ Pa.s}$$

Bola Sedang

- $t = 0,45 \text{ s}$

$$t = \frac{9 \eta s}{2 g r^2 (\rho_b - \rho_f)}$$

$$0,45 = \frac{9 \cdot \eta \cdot 0,3}{2 \cdot 10 \cdot (0,685 \cdot 10^{-2})^2 (4440 - 917)}$$

$$0,45 = \frac{2,7 \cdot \eta}{9,3845 \cdot 10^{-4} (3523)}$$

$$0,45 = \frac{2,7 \cdot \eta}{3,3062}$$

$$\eta = \frac{3,3062 \cdot 0,45}{2,7}$$

$$\eta = 0,5510 \text{ Pa.s}$$
- $t = 0,44 \text{ s}$

$$\eta = \frac{3,3062 \cdot 0,44}{2,7} = 0,5390 \text{ Pa.s}$$
- $t = 0,47 \text{ s}$

$$\eta = \frac{3,3062 \cdot 0,47}{2,7} = 0,5760 \text{ Pa.s}$$

Bola kecil

- $t = 0,69 \text{ s}$

$$t = \frac{9 \eta s}{2 g r^2 (\rho_b - \rho_f)}$$

$$0,69 = \frac{9 \cdot \eta \cdot 0,3}{2 \cdot 10 \cdot (0,4255 \cdot 10^{-2})^2 (6560 - 917)}$$

$$0,69 = \frac{2,7 \cdot \eta}{3,621 \cdot 10^{-4} (5643)}$$

$$0,69 = \frac{2,7 \cdot \eta}{2,0433}$$

$$\eta = \frac{2,0433 \cdot 0,69}{2,7}$$

$$\eta = 0,5220 \text{ Pa} \cdot \text{s}$$

- $t = 0,71 \text{ s}$

$$\eta = \frac{2,0433 \cdot 0,71}{2,7} = 0,5370 \text{ Pa} \cdot \text{s}$$

- $t = 0,68 \text{ s}$

$$\eta = \frac{2,0433 \cdot 0,68}{2,7} = 0,5150 \text{ Pa} \cdot \text{s}$$

b. Satu kali pakai

Bola besar

- $t = 0,28 \text{ s}$

$$t = \frac{9 \eta s}{2 g r^2 (\rho_b - \rho_f)}$$

$$0,28 = \frac{9 \cdot \eta \cdot 0,3}{2 \cdot 10 \cdot (1,186 \cdot 10^{-2})^2 (2720 - 915)}$$

$$0,28 = \frac{2,7 \cdot \eta}{28,13 \cdot 10^{-4} (1805)}$$

$$0,28 = \frac{2,7 \cdot \eta}{5,0775}$$

$$\eta = \frac{5,0775 \cdot 0,28}{2,7}$$

$$\eta = 0,5270 \text{ Pa.s}$$

- $t = 0,27 \text{ s}$

$$\eta = \frac{5,0775 \cdot 0,27}{2,7} = 0,5080 \text{ Pa.s}$$

- $t = 0,31 \text{ s}$

$$\eta = \frac{5,0775 \cdot 0,31}{2,7} = 0,5830 \text{ Pa.s}$$

Bola Sedang

- $t = 0,46 \text{ s}$

$$t = \frac{9 \eta s}{2 g r^2 (\rho_b - \rho_f)}$$

$$0,46 = \frac{9 \cdot \eta \cdot 0,3}{2 \cdot 10 \cdot (0,685 \cdot 10^{-2})^2 (4440 - 915)}$$

$$0,46 = \frac{2,7 \cdot \eta}{9,3845 \cdot 10^{-4} (3525)}$$

$$0,46 = \frac{2,7 \cdot \eta}{3,308}$$

$$\eta = \frac{3,308 \cdot 0,46}{2,7}$$

$$\eta = 0,5640 \text{ Pa.s}$$

- $t = 0,45 \text{ s}$

$$\eta = \frac{3,308 \cdot 0,45}{2,7} = 0,5510 \text{ Pa.s}$$

- $t = 0,48 \text{ s}$

$$\eta = \frac{3,308 \cdot 0,48}{2,7} = 0,5880 \text{ Pa.s}$$

Bola kecil

- $t = 0,7 \text{ s}$

$$t = \frac{9 \eta s}{2 g r^2 (\rho_b - \rho_f)}$$

$$0,7 = \frac{9 \cdot \eta \cdot 0,3}{2 \cdot 10 \cdot (0,4255 \cdot 10^{-2})^2 (6560 - 915)}$$

$$0,7 = \frac{2,7 \cdot \eta}{3,621 \cdot 10^{-4} (5645)}$$

$$0,7 = \frac{2,7 \cdot \eta}{2,0441}$$

$$\eta = \frac{2,0441 \cdot 0,7}{2,7}$$

$$\eta = 0,5300 \text{ Pa} \cdot \text{s}$$

- $t = 0,68 \text{ s}$

$$\eta = \frac{2,0441 \cdot 0,68}{2,7} = 0,5150 \text{ Pa} \cdot \text{s}$$

- $t = 0,72 \text{ s}$

$$\eta = \frac{2,0441 \cdot 0,72}{2,7} = 0,5450 \text{ Pa} \cdot \text{s}$$

c. Dua kali pakai

Bola besar

- $t = 0,29 \text{ s}$

$$t = \frac{9 \eta s}{2 g r^2 (\rho_b - \rho_f)}$$

$$0,29 = \frac{9 \cdot \eta \cdot 0,3}{2 \cdot 10 \cdot (1,186 \cdot 10^{-2})^2 (2720 - 905)}$$

$$0,29 = \frac{2,7 \cdot \eta}{28,13 \cdot 10^{-4} (1815)}$$

$$0,29 = \frac{2,7 \cdot \eta}{5,1056}$$

$$\eta = \frac{5,1056 \cdot 0,29}{2,7}$$

$$\eta = 0,5480 \text{ Pa.s}$$

- $t = 0,31 \text{ s}$

$$\eta = \frac{5,1056 \cdot 0,31}{2,7} = 0,5860 \text{ Pa.s}$$

- $t = 0,28 \text{ s}$

$$\eta = \frac{5,1056 \cdot 0,28}{2,7} = 0,5290 \text{ Pa.s}$$

Bola Sedang

- $t = 0,45 \text{ s}$

$$t = \frac{9 \eta s}{2 g r^2 (\rho_b - \rho_f)}$$

$$0,45 = \frac{9 \cdot \eta \cdot 0,3}{2 \cdot 10 \cdot (0,685 \cdot 10^{-2})^2 (4440 - 905)}$$

$$0,45 = \frac{2,7 \cdot \eta}{9,3845 \cdot 10^{-4} (3535)}$$

$$0,45 = \frac{2,7 \cdot \eta}{3,3174}$$

$$\eta = \frac{3,3174 \cdot 0,45}{2,7}$$

$$\eta = 0,5530 \text{ Pa.s}$$

- $t = 0,47 \text{ s}$

$$\eta = \frac{3,3174 \cdot 0,47}{2,7} = 0,5770 \text{ Pa.s}$$

- $t = 0,46 \text{ s}$

$$\eta = \frac{3,3174 \cdot 0,46}{2,7} = 0,5650 \text{ Pa.s}$$

Bola kecil

- $t = 0,71 \text{ s}$

$$t = \frac{9 \eta s}{2 g r^2 (\rho_b - \rho_f)}$$

$$0,71 = \frac{9 \cdot \eta \cdot 0,3}{2 \cdot 10 \cdot (0,4255 \cdot 10^{-2})^2 (6560 - 905)}$$

$$0,71 = \frac{2,7 \cdot \eta}{3,621 \cdot 10^{-4} (5655)}$$

$$0,71 = \frac{2,7 \cdot \eta}{2,0477}$$

$$\eta = \frac{2,0477 \cdot 0,71}{2,7}$$

$$\eta = 0,5380 \text{ Pa} \cdot \text{s}$$

- $t = 0,68 \text{ s}$

$$\eta = \frac{2,0477 \cdot 0,68}{2,7} = 0,5160 \text{ Pa} \cdot \text{s}$$

- $t = 0,69 \text{ s}$

$$\eta = \frac{2,0477 \cdot 0,69}{2,7} = 0,5230 \text{ Pa} \cdot \text{s}$$

3. Minyak goreng C

a. Belum terpakai

Bola besar

- $t = 0,28 \text{ s}$

$$t = \frac{9 \eta s}{2 g r^2 (\rho_b - \rho_f)}$$

$$0,28 = \frac{9 \cdot \eta \cdot 0,3}{2 \cdot 10 \cdot (1,186 \cdot 10^{-2})^2 (2720 - 916)}$$

$$0,28 = \frac{2,7 \cdot \eta}{28,13 \cdot 10^{-4} (1804)}$$

$$0,28 = \frac{2,7 \cdot \eta}{5,0747}$$

$$\eta = \frac{5,0747 \cdot 0,28}{2,7}$$

$$\eta = 0,5260 \text{ Pa} \cdot \text{s}$$

- $t = 0,27 \text{ s}$

$$\eta = \frac{5,0747 \cdot 0,27}{2,7} = 0,5070 \text{ Pa} \cdot \text{s}$$

- $t = 0,31 \text{ s}$

$$\eta = \frac{5,0747 \cdot 0,31}{2,7} = 0,5830 \text{ Pa} \cdot \text{s}$$

Bola Sedang

- $t = 0,45 \text{ s}$

$$t = \frac{9 \eta s}{2 g r^2 (\rho_b - \rho_f)}$$

$$0,45 = \frac{9 \cdot \eta \cdot 0,3}{2 \cdot 10 \cdot (0,685 \cdot 10^{-2})^2 (4440 - 916)}$$

$$0,45 = \frac{2,7 \cdot \eta}{9,3845 \cdot 10^{-4} (3524)}$$

$$0,45 = \frac{2,7 \cdot \eta}{3,3071}$$

$$\eta = \frac{3,3071 \cdot 0,45}{2,7}$$

$$\eta = 0,5510 \text{ Pa} \cdot \text{s}$$

- $t = 0,47 \text{ s}$

$$\eta = \frac{3,3071 \cdot 0,47}{2,7} = 0,5760 \text{ Pa} \cdot \text{s}$$

- $t = 0,45 \text{ s}$

$$\eta = \frac{3,3071 \cdot 0,45}{2,7} = 0,5510 \text{ Pa} \cdot \text{s}$$

Bola kecil

- $t = 0,7 \text{ s}$

$$t = \frac{9 \eta s}{2 g r^2 (\rho_b - \rho_f)}$$

$$0,7 = \frac{9 \cdot \eta \cdot 0,3}{2 \cdot 10 \cdot (0,4255 \cdot 10^{-2})^2 (6560 - 916)}$$

$$0,7 = \frac{2,7 \cdot \eta}{3,621 \cdot 10^{-4} (5644)}$$

$$0,7 = \frac{2,7 \cdot \eta}{2,0437}$$

$$\eta = \frac{2,0437 \cdot 0,7}{2,7}$$

$$\eta = 0,5300 \text{ Pa} \cdot \text{s}$$

- $t = 0,71 \text{ s}$

$$\eta = \frac{2,0437 \cdot 0,71}{2,7} = 0,5370 \text{ Pa} \cdot \text{s}$$

- $t = 0,68 \text{ s}$

$$\eta = \frac{2,0437 \cdot 0,68}{2,7} = 0,5150 \text{ Pa} \cdot \text{s}$$

b. Satu kali pakai

Bola besar

- $t = 0,29 \text{ s}$

$$t = \frac{9 \eta s}{2 g r^2 (\rho_b - \rho_f)}$$

$$0,29 = \frac{9 \cdot \eta \cdot 0,3}{2 \cdot 10 \cdot (1,186 \cdot 10^{-2})^2 (2720 - 915)}$$

$$0,29 = \frac{2,7 \cdot \eta}{28,13 \cdot 10^{-4} (1805)}$$

$$0,29 = \frac{2,7 \cdot \eta}{5,0775}$$

$$\eta = \frac{5,0775 \cdot 0,29}{2,7}$$

$$\eta = 0,5450 \text{ Pa} \cdot \text{s}$$

- $t = 0,3 \text{ s}$

$$\eta = \frac{5,0775 \cdot 0,3}{2,7} = 0,5640 \text{ Pa} \cdot \text{s}$$

- $t = 0,29 \text{ s}$

$$\eta = \frac{5,0775 \cdot 0,29}{2,7} = 0,5450 \text{ Pa} \cdot \text{s}$$

Bola Sedang

- $t = 0,48 \text{ s}$

$$t = \frac{9 \eta s}{2 g r^2 (\rho_b - \rho_f)}$$

$$0,48 = \frac{9 \cdot \eta \cdot 0,3}{2 \cdot 10 \cdot (0,685 \cdot 10^{-2})^2 (4440 - 915)}$$

$$0,48 = \frac{2,7 \cdot \eta}{9,3845 \cdot 10^{-4} (3525)}$$

$$0,48 = \frac{2,7 \cdot \eta}{3,308}$$

$$\eta = \frac{3,308 \cdot 0,48}{2,7}$$

$$\eta = 0,5880 \text{ Pa} \cdot \text{s}$$

- $t = 0,45 \text{ s}$

$$\eta = \frac{3,308 \cdot 0,45}{2,7} = 0,5510 \text{ Pa} \cdot \text{s}$$

- $t = 0,46 \text{ s}$

$$\eta = \frac{3,308 \cdot 0,46}{2,7} = 0,5640 \text{ Pa} \cdot \text{s}$$

Bola kecil

- $t = 0,71 \text{ s}$

$$t = \frac{9 \eta s}{2 g r^2 (\rho_b - \rho_f)}$$

$$0,71 = \frac{9 \cdot \eta \cdot 0,3}{2 \cdot 10 \cdot (0,4255 \cdot 10^{-2})^2 (6560 - 915)}$$

$$0,71 = \frac{2,7 \cdot \eta}{3,621 \cdot 10^{-4} (5645)}$$

$$0,71 = \frac{2,7 \cdot \eta}{2,0441}$$

$$\eta = \frac{2,0441 \cdot 0,71}{2,7}$$

$$\eta = 0,5380 \text{ Pa} \cdot \text{s}$$

- $t = 0,7 \text{ s}$

$$\eta = \frac{2,0441 \cdot 0,7}{2,7} = 0,5300 \text{ Pa} \cdot \text{s}$$

- $t = 0,69 \text{ s}$

$$\eta = \frac{2,0441 \cdot 0,69}{2,7} = 0,5220 \text{ Pa} \cdot \text{s}$$

c. Dua kali pakai

Bola besar

- $t = 0,28 \text{ s}$

$$t = \frac{9 \eta s}{2 g r^2 (\rho_b - \rho_f)}$$

$$0,28 = \frac{9 \cdot \eta \cdot 0,3}{2 \cdot 10 \cdot (1,186 \cdot 10^{-2})^2 (2720 - 903)}$$

$$0,28 = \frac{2,7 \cdot \eta}{28,13 \cdot 10^{-4} (1817)}$$

$$0,28 = \frac{2,7 \cdot \eta}{5,1112}$$

$$\eta = \frac{5,1112 \cdot 0,28}{2,7}$$

$$\eta = 0,5300 \text{ Pa} \cdot \text{s}$$

- $t = 0,3 \text{ s}$

$$\eta = \frac{5,1112 \cdot 0,3}{2,7} = 0,5680 \text{ Pa} \cdot \text{s}$$

- $t = 0,29 \text{ s}$

$$\eta = \frac{5,1112 \cdot 0,3}{2,7} = 0,5680 \text{ Pa} \cdot \text{s}$$

Bola Sedang

- $t = 0,45 \text{ s}$

$$t = \frac{9 \eta s}{2 g r^2 (\rho_b - \rho_f)}$$

$$0,45 = \frac{9 \cdot \eta \cdot 0,3}{2 \cdot 10 \cdot (0,685 \cdot 10^{-2})^2 (4440 - 903)}$$

$$0,45 = \frac{2,7 \cdot \eta}{9,3845 \cdot 10^{-4} (3537)}$$

$$0,45 = \frac{2,7 \cdot \eta}{3,3193}$$

$$\eta = \frac{3,3193 \cdot 0,45}{2,7}$$

$$\eta = 0,553 \text{ Pa} \cdot \text{s}$$

- $t = 0,48 \text{ s}$

$$\eta = \frac{3,3193 \cdot 0,48}{2,7} = 0,5900 \text{ Pa} \cdot \text{s}$$

- $t = 0,46 \text{ s}$

$$\eta = \frac{3,3193 \cdot 0,46}{2,7} = 0,5600 \text{ Pa} \cdot \text{s}$$

Bola kecil

- $t = 0,72 \text{ s}$

$$t = \frac{9 \eta s}{2 g r^2 (\rho_b - \rho_f)}$$

$$0,72 = \frac{9 \cdot \eta \cdot 0,3}{2 \cdot 10 \cdot (0,4255 \cdot 10^{-2})^2 (6560 - 903)}$$

$$0,72 = \frac{2,7 \cdot \eta}{3,621 \cdot 10^{-4} (5657)}$$

$$0,72 = \frac{2,7 \cdot \eta}{2,0484}$$

$$\eta = \frac{2,0484 \cdot 0,72}{2,7}$$

$$\eta = 0,5460 \text{ Pa} \cdot \text{s}$$

- $t = 0,69 \text{ s}$

$$\eta = \frac{2,0484 \cdot 0,69}{2,7} = 0,5230 \text{ Pa} \cdot \text{s}$$

- $t = 0,71 \text{ s}$

$$\eta = \frac{2,0484 \cdot 0,71}{2,7} = 0,5390 \text{ Pa} \cdot \text{s}$$

NILAI INDEKS BIAS

1. Minyak goreng A

a. Belum terpakai

- $\theta_1 = 30^\circ$

$$n_2 = \frac{n_1 \sin \theta_1}{\sin \theta_2}$$

$$n_2 = \frac{1 \sin 30^\circ}{\sin 20^\circ}$$

$$n_2 = \frac{1 \cdot 0,5}{0,345}$$

$$n_2 = 1,4500$$

- $\theta_1 = 45^\circ$

$$n_2 = \frac{n_1 \sin \theta_1}{\sin \theta_2}$$

$$n_2 = \frac{1 \sin 45^\circ}{\sin 30^\circ}$$

$$n_2 = \frac{1 \cdot 0,707}{0,5}$$

$$n_2 = 1,4140$$

- $\theta_1 = 60^\circ$

$$n_2 = \frac{n_1 \sin \theta_1}{\sin \theta_2}$$

$$n_2 = \frac{1 \sin 60^\circ}{\sin 37^\circ}$$

$$n_2 = \frac{1 \cdot 0,866}{0,602}$$

$$n_2 = 1,4385$$

b. Satu kali pakai

- $\theta_1 = 30^\circ$

$$n_2 = \frac{n_1 \sin \theta_1}{\sin \theta_2}$$

$$n_2 = \frac{1 \sin 30^\circ}{\sin 20^\circ}$$

$$n_2 = \frac{1 \cdot 0,5}{0,345}$$

$$n_2 = 1,4500$$

- $\theta_1 = 45^\circ$

$$n_2 = \frac{n_1 \sin \theta_1}{\sin \theta_2}$$

$$n_2 = \frac{1 \sin 45^\circ}{\sin 30^\circ}$$

$$n_2 = \frac{1 \cdot 0,707}{0,5}$$

$$n_2 = 1,4140$$

- $\theta_1 = 60^\circ$

$$n_2 = \frac{n_1 \sin \theta_1}{\sin \theta_2}$$

$$n_2 = \frac{1 \sin 60^\circ}{\sin 36^\circ}$$

$$n_2 = \frac{1 \cdot 0,866}{0,588}$$

$$n_2 = 1,4728$$

c. Dua kali pakai

- $\theta_1 = 30^\circ$

$$n_2 = \frac{n_1 \sin \theta_1}{\sin \theta_2}$$

$$n_2 = \frac{1 \sin 30^\circ}{\sin 19^\circ}$$

$$n_2 = \frac{1 \cdot 0,5}{0,326}$$

$$n_2 = 1,5337$$

- $\theta_1 = 45^\circ$

$$n_2 = \frac{n_1 \sin \theta_1}{\sin \theta_2}$$

$$n_2 = \frac{1 \sin 45^\circ}{\sin 29^\circ}$$

$$n_2 = \frac{1 \cdot 0,707}{0,485}$$

$$n_2 = 1,4577$$

- $\theta_1 = 60^\circ$

$$n_2 = \frac{n_1 \sin \theta_1}{\sin \theta_2}$$

$$n_2 = \frac{1 \sin 60^\circ}{\sin 35^\circ}$$

$$n_2 = \frac{1 \cdot 0,866}{0,574}$$

$$n_2 = 1,5087$$

2. Minyak goreng B

a. Belum terpakai

- $\theta_1 = 30^\circ$

$$n_2 = \frac{n_1 \sin \theta_1}{\sin \theta_2}$$

$$n_2 = \frac{1 \sin 30^\circ}{\sin 20^\circ}$$

$$n_2 = \frac{1 \cdot 0,5}{0,345}$$

$$n_2 = 1,4500$$

- $\theta_1 = 45^\circ$
$$n_2 = \frac{n_1 \sin \theta_1}{\sin \theta_2}$$
$$n_2 = \frac{1 \sin 45^\circ}{\sin 30^\circ}$$
$$n_2 = \frac{1 \cdot 0,707}{0,5}$$
$$n_2 = 1,4140$$

- $\theta_1 = 60^\circ$
$$n_2 = \frac{n_1 \sin \theta_1}{\sin \theta_2}$$
$$n_2 = \frac{1 \sin 60^\circ}{\sin 37^\circ}$$
$$n_2 = \frac{1 \cdot 0,866}{0,602}$$
$$n_2 = 1,4385$$

b. Satu kali pakai

- $\theta_1 = 30^\circ$
$$n_2 = \frac{n_1 \sin \theta_1}{\sin \theta_2}$$
$$n_2 = \frac{1 \sin 30^\circ}{\sin 20^\circ}$$
$$n_2 = \frac{1 \cdot 0,5}{0,345}$$
$$n_2 = 1,4500$$

- $\theta_1 = 45^\circ$
$$n_2 = \frac{n_1 \sin \theta_1}{\sin \theta_2}$$

$$n_2 = \frac{1 \sin 45^\circ}{\sin 29^\circ}$$

$$n_2 = \frac{1 \cdot 0,707}{0,485}$$

$$n_2 = 1,4577$$

- $\theta_1 = 60^\circ$

$$n_2 = \frac{n_1 \sin \theta_1}{\sin \theta_2}$$

$$n_2 = \frac{1 \sin 60^\circ}{\sin 36^\circ}$$

$$n_2 = \frac{1 \cdot 0,866}{0,588}$$

$$n_2 = 1,4728$$

c. Dua kali pakai

- $\theta_1 = 30^\circ$

$$n_2 = \frac{n_1 \sin \theta_1}{\sin \theta_2}$$

$$n_2 = \frac{1 \sin 30^\circ}{\sin 19^\circ}$$

$$n_2 = \frac{1 \cdot 0,5}{0,326}$$

$$n_2 = 1,5337$$

- $\theta_1 = 45^\circ$

$$n_2 = \frac{n_1 \sin \theta_1}{\sin \theta_2}$$

$$n_2 = \frac{1 \sin 45^\circ}{\sin 28^\circ}$$

$$n_2 = \frac{1 \cdot 0,707}{0,469}$$

$$n_2 = 1,5075$$

- $\theta_1 = 60^\circ$

$$n_2 = \frac{n_1 \sin \theta_1}{\sin \theta_2}$$

$$n_2 = \frac{1 \sin 60^\circ}{\sin 35^\circ}$$

$$n_2 = \frac{1 \cdot 0,866}{0,574}$$

$$n_2 = 1,5087$$

3. Minyak goreng C

a. Belum terpakai

- $\theta_1 = 30^\circ$

$$n_2 = \frac{n_1 \sin \theta_1}{\sin \theta_2}$$

$$n_2 = \frac{1 \sin 30^\circ}{\sin 20^\circ}$$

$$n_2 = \frac{1 \cdot 0,5}{0,345}$$

$$n_2 = 1,4500$$

- $\theta_1 = 45^\circ$

$$n_2 = \frac{n_1 \sin \theta_1}{\sin \theta_2}$$

$$n_2 = \frac{1 \sin 45^\circ}{\sin 30^\circ}$$

$$n_2 = \frac{1 \cdot 0,707}{0,5}$$

$$n_2 = 1,4140$$

- $\theta_1 = 60^\circ$

$$n_2 = \frac{n_1 \sin \theta_1}{\sin \theta_2}$$

$$n_2 = \frac{1 \sin 60^\circ}{\sin 37^\circ}$$

$$n_2 = \frac{1 \cdot 0,866}{0,602}$$

$$n_2 = 1,4385$$

b. Satu kali pakai

- $\theta_1 = 30^\circ$

$$n_2 = \frac{n_1 \sin \theta_1}{\sin \theta_2}$$

$$n_2 = \frac{1 \sin 30^\circ}{\sin 20^\circ}$$

$$n_2 = \frac{1 \cdot 0,5}{0,345}$$

$$n_2 = 1,4500$$

- $\theta_1 = 45^\circ$

$$n_2 = \frac{n_1 \sin \theta_1}{\sin \theta_2}$$

$$n_2 = \frac{1 \sin 45^\circ}{\sin 29^\circ}$$

$$n_2 = \frac{1 \cdot 0,707}{0,485}$$

$$n_2 = 1,4577$$

- $\theta_1 = 60^\circ$

$$n_2 = \frac{n_1 \sin \theta_1}{\sin \theta_2}$$

$$n_2 = \frac{1 \sin 60^\circ}{\sin 36^\circ}$$

$$n_2 = \frac{1 \cdot 0,866}{0,588}$$

$$n_2 = 1,4728$$

c. Dua kali pakai

- $\theta_1 = 30^\circ$

$$n_2 = \frac{n_1 \sin \theta_1}{\sin \theta_2}$$

$$n_2 = \frac{1 \sin 30^\circ}{\sin 19^\circ}$$

$$n_2 = \frac{1 \cdot 0,5}{0,326}$$

$$n_2 = 1,5337$$

- $\theta_1 = 45^\circ$

$$n_2 = \frac{n_1 \sin \theta_1}{\sin \theta_2}$$

$$n_2 = \frac{1 \sin 45^\circ}{\sin 29^\circ}$$

$$n_2 = \frac{1 \cdot 0,707}{0,485}$$

$$n_2 = 1,4577$$

- $\theta_1 = 60^\circ$

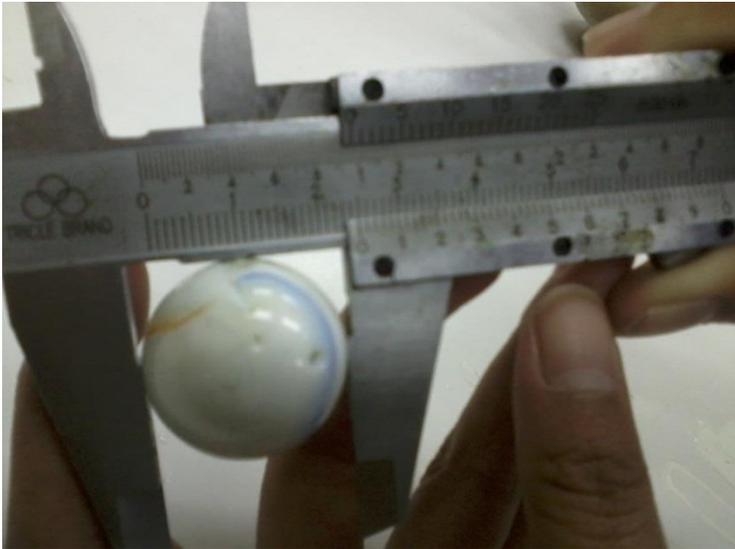
$$n_2 = \frac{n_1 \sin \theta_1}{\sin \theta_2}$$

$$n_2 = \frac{1 \sin 60^\circ}{\sin 35^\circ}$$

$$n_2 = \frac{1 \cdot 0,866}{0,574}$$

$$n_2 = 1,5087$$

Lampiran 10 : Dokumentasi penelitian



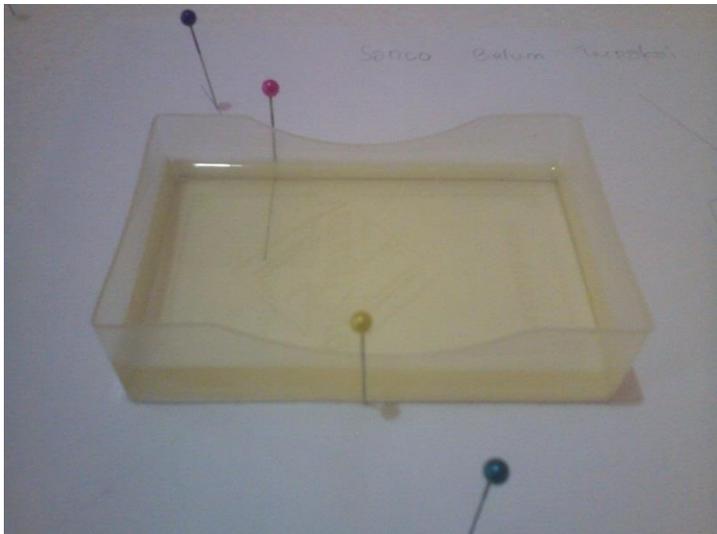
Menghitung diameter kelereng



Mengamati sudut bias minyak goreng



Minyak goreng sanco belum dipakai, satu kali pakai dan dua kali pakai



Mengamati sudut bias minyak goreng

Lampiran 11 : Surat Izin Riset



KEMENTERIAN AGAMA
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI WALISONGO
FAKULTAS ILMU TARBIYAH DAN KEGURUAN

Jl. Prof. Dr. Hamka Kampus II Ngalyan Telp. 7601295 Fax. 7615387 Semarang 50185

Nomor : In.06.03/D.1/TL.00./2591/2015 Semarang, 9 Juni 2015
Lamp. : 1 (satu) Proposal
Hal : **Mohon Izin Riset**
A.n. Rizka Rusdiana
NIM. 103611018

Kepada Yth.
Dekan Fakultas PMIPA dan TI
Universitas PGRI Semarang
di Semarang

Assalamu'alaikum Wr. Wb.
Diberitahukan dengan hormat bahwa dalam rangka penulisan skripsi, bersama ini kami hadapkan mahasiswa:

Nama : Rizka Rusdiana
NIM : 103611018
Alamat : Mangunharjo Tugu Semarang
Jurusan : Pendidikan Fisika
Judul Skripsi : "ANALISIS KUALITAS MINYAK GORENG
BERDASARKAN PARAMETER VISKOSITAS DAN
INDEKS BIAS"
Pembimbing : 1. Alis Asikin, M.A.
2. Andi Fadllan, S.Si., M.Sc.

Bahwa mahasiswa tersebut membutuhkan data-data berkaitan dengan tema/judul skripsi yang sedang disusunnya, dan oleh karena itu kami mohon Mahasiswa tersebut diijinkan melaksanakan riset selama 10 hari, mulai tanggal 23 Juni 2015 sampai dengan tanggal 3 Juli 2015 di Laboratorium Fisika Fakultas PMIPA dan TI.
Demikian, atas perhatian dan kerjasama Bapak Ibu/Sdr. disampaikan terima kasih.
Wassalamu'alaikum Wr. Wb.

A.n. Dekan
Wakil Dekan Bidang Akademik


A. Drs. H. Wahyudi, M.Pd
NIP.19680314 199503 1 001

Tembusan:
Dekan Fakultas Ilmu Tarbiyah dan Keguruan UIN Walisongo Semarang

Lampiran 12 : Surat Keterangan Melakukan Penelitian



UNIVERSITAS PGRI SEMARANG
FAKULTAS PENDIDIKAN MIPA DAN TEKNOLOGI INFORMASI

Jl. Sidodadi Timur Nomor 24 - Dr. Cipto Semarang - Indonesia Telp. (024) 8316377 Faks. 8448217
Email : upgrismg@gmail.com Homepage : www.upgrismg.ac.id

SURAT KETERANGAN

NO.:220/3/FPMIPATI/UPGRIS/VIII/2015

Yang bertanda-tangan di bawah ini Dekan Fakultas Pendidikan Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas PGRI Semarang menerangkan bahwa :

Nama : Rizka Rusdiana
NIM : 103611018
Program Studi : Pendidikan Fisika Fakultas Ilmu Tarbiyah dan Keguruan
Universitas Islam Negeri Walisongo

Telah melakukan penelitian yang berjudul "Analisis Kualitas Minyak Goreng Berdasarkan Parameter Viskositas dan Indeks Bias" pada Program Studi Pendidikan Fisika Universitas PGRI Semarang pada tanggal 23 Juni – 3 Juli 2015.

Demikian surat keterangan ini untuk dapat dipergunakan sebagaimana mestinya.

Semarang, 15 Agustus 2015
Dekan,



Dra. Anton Indiaty, M.Pd.

NIP. 19610429 198603 2002

Lampiran 13 : Surat Penunjukan Pembimbing



KEMENTERIAN AGAMA
INSTITUT AGAMA ISLAM NEGERI WALISONGO SEMARANG
FAKULTAS ILMU TARBIYAH DAN KEGURUAN
Jl. Prof. Dr. Hamka Kampus II Ngaliyan Telp. 7601295 Fax. 7615987 Semarang

Nomor: In.06.3/J.6/PP.00.9/6286/2014
Lamp. : -
Hal : Penunjukan Pembimbing Skripsi

Semarang, 27 November 2014

Kepada Yth:
1. Alis Asikin, M.A
2. Andi Fadllan, S. Si, M. Sc.
di tempat

Assalamu'alaikum Wr.Wb.

Berdasarkan hasil pembahasan usulan judul penelitian jurusan Tadris Fisika, maka Fakultas Ilmu Tarbiyah dan Keguruan menyetujui skripsi mahasiswa

Nama : Rizka Rusdiana
NIM : 103611018
Judul : ANALISIS KUALITAS MINYAK GORENG BERDASARKAN
PARAMETER VISKOSITAS DAN INDEKS BIAS

Dan menunjuk
Bapak : Alis Asikin, M.A (Sebagai Pembimbing 1)
Bapak : Andi Fadllan, S. Si, M. Sc. (Sebagai Pembimbing 2)

Demikian atas kerja sama yang diberikan kami ucapkan terima kasih.

Wassalamu'alaikum Wr.Wb.

A.n Dekan
Ketua Jurusan Tadris Fisika,

Andi Fadllan, S. Si, M. Sc.
NIP. 19800915200501 1 006

Tembusan:
1. Dekan Fakultas Tarbiyah IAIN Walisongo (sebagai laporan)
2. Mahasiswa yang bersangkutan
3. Arsip

RIWAYAT HIDUP

Nama Lengkap : **Rizka Rusdiana**
Tempat & Tgl. Lahir : Semarang, 19 April 1992
Alamat Rumah : Mangunharjo RT 05 RW 04 Tugu Semarang
HP : 083842771437
E-mail : ikaimutku@yahoo.co.id

Pendidikan :

- a. TK Tarbiyatul Athfal Mangkang Wetan Tugu Semarang 1996-1998
- b. MI Ibanatusshibyan Mangkangkulon Tugu Semarang Tahun 1998-2004
- c. MTs NU Nurul Huda Mangkangkulon Tugu Semarang Tahun 2004-2007
- d. MA Negeri Kendal Tahun 2007-2010

Pengalaman Organisasi :

1. Pengurus Unit Kegiatan Mahasiswa Tarbiyah Sport Club (UKM TSC) Fakultas Tarbiyah IAIN Walisongo periode 2011-2012 sebagai Koordinator cabang Tenis Meja.
2. Pengurus Unit Kegiatan Mahasiswa Tarbiyah Sport Club (UKM TSC) Fakultas Tarbiyah IAIN Walisongo periode 2012-2013 sebagai Koordinator cabang Tenis Meja.

Prestasi yang pernah diraih:

1. Pemain Terbaik Gebyar Purna Bakti UKM Tarbiyah Sport Club tahun 2010.
2. Juara I Tenis Meja Tunggal Putri Dekan Cup 2013 Fakultas Tarbiyah IAIN Walisongo.
3. Juara I Karaoke Dangdut Dekan Cup 2013 Fakultas Tarbiyah IAIN Walisongo.

Semarang, 18 November 2015



Rizka Rusdiana
NIM: 103611018